

Patrick de Souza Girelli

**CIRCULAÇÃO E TEXTUALIZAÇÃO DAS  
NANOTECNOLOGIAS NO CONTEXTO DA AGROPECUÁRIA:  
SUBSÍDIOS PARA O ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação submetida ao Programa de  
Pós-Graduação em Educação  
Científica e Tecnológica da  
Universidade Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do Grau de  
Mestre em Educação Científica e  
Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Henrique César  
da Silva

Florianópolis  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Girelli, Patrick de Souza  
CIRCULAÇÃO E TEXTUALIZAÇÃO DAS NANOTECNOLOGIAS NO  
CONTEXTO DA AGROPECUÁRIA : SUBSÍDIOS PARA O ENSINO DE  
FÍSICA / Patrick de Souza Girelli ; orientador, Henrique  
César da Silva - Florianópolis, SC, 2016.  
143 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas.  
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Inclui referências

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Nanotecnologias.  
3. Circulação de conhecimentos. 4. Textualização. 5. Ensino  
de física. I. Silva, Henrique César da . II. Universidade  
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em  
Educação Científica e Tecnológica. III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

**“Circulação e textualização das nanotecnologias no contexto da agropecuária: subsídios para o ensino de Física”**

Dissertação submetida ao Colegiado  
do Curso de Mestrado em Educação  
Científica e Tecnológica em  
cumprimento parcial para a obtenção  
do título de Mestre em Educação  
Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 27 de setembro de 2016.

Henrique César da Silva (Orientador - CED/UFSC)

Ivanilda Higa (Examinadora - UFPR)

José André Peres Angotti (Examinador - CED/UFSC)

Patrícia Montanari Giralddi (Examinadora - CED/UFSC)

José Francisco Custódio Filho (Suplente - CFM/UFSC)

Carlos Alberto Marques  
Coordenador do PPGEC

Patrick de Souza Girrelli

Florianópolis, Santa Catarina, 2016



Este trabalho é dedicado à minha  
amada mãe e a todos que se dedicam  
ao ensino de física.



## AGRADECIMENTOS

Chega o momento em que mais uma etapa da minha vida está sendo concluída, etapa essa que teve alguns contratempos pelo caminho, e que com toda certeza possível, eu não teria conseguido concluir sem a contribuição e a ajuda de muitas pessoas. Tenho receio de ao nomear aqui algumas dessas pessoas acabar esquecendo alguém, mas sem dúvida, todas estão em meu coração e são dignas dos meus profundos agradecimentos.

Agradeço inicialmente à minha mãe, Maria Luiza de Souza, uma pessoa muito simples, que mesmo não tendo concluído o ensino fundamental fez sempre todo o possível para que seus filhos pudessem ter toda a educação que a vida não pode lhe proporcionar, e que a cada etapa da vida estudantil e acadêmica vencida pelos seus filhos correspondia a uma vitória também sua. Por vezes, ao longo dessa etapa do mestrado, passei por grandes dificuldades de saúde, e você minha mãe, sempre esteve ao meu lado me apoiando e me incentivando para que eu superasse os problemas e atingisse os meus objetivos.

Ao professor Henrique César da Silva, inicialmente pelo convite para participar do projeto de elaboração do módulo de física para compor o curso de especialização em Educação na Cultura Digital oferecido pelo MEC. A sua orientação e seus ensinamentos ao longo desse projeto permitiram que eu aprendesse e evoluísse muito como pesquisador e como docente. Agradeço pelos momentos de orientação no desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, a paciência, as conversas de bar, os momentos de descontração em EPEF e SNEF, e até mesmo as duras que me deste para que eu finalizasse o mestrado. Com você aprendi a ver a ciência sob um novo olhar, o da linguagem e sua textualização, e isso certamente mudou a minha forma de ser docente. Muito obrigado.

Às professoras Ivanilda Higa, Mariana Brasil Ramos e Patricia Montanari Giraldi por suas valiosas sugestões realizadas na qualificação.

À Banca examinadora desta dissertação, professoras Ivanilda Higa e Patricia Montanari Giraldi e professor José André Angotti, que se disponibilizaram prontamente em contribuir com o meu trabalho.

Às professoras, professores e servidores do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina.

Aos colegas de orientação, Jonathan Thomas de Jesus Neto, Natan Savietto, Jane Helen Gomes de Lima, Maria Lúcia Camargo

Linhares, Mayara Ameira de Barros e Claudia Fioresi, que em diversas oportunidades contribuíram com ideias, conhecimentos, ou mesmo com “conversas de bar” para os desabafos necessários.

Aos inúmeros colegas do IFC – Campus Santa Rosa do Sul e Campus Avançado Sombrio pelo apoio e incentivo nessa minha jornada.

Aos tantos amigos, que nos momentos mais complicados do meu problema de saúde, no transcorrer do meu tratamento e ao longo do meu processo de recuperação sempre estiveram ao meu lado, me auxiliando, ajudando, incentivando e motivando.

À Ana Carolina Albino Rocha que foi uma pessoa muito importante em minha vida no decorrer do mestrado, me incentivando muito e sempre acreditando na melhora dos meus problemas de saúde e na minha capacidade.

À Adriele Morgerot D’Avila, Geneci da Silva Martins e Jéssica Schmidt, amigas que me incentivaram muito, escutaram os meus dramas e meus medos e sempre tinham uma palavra de motivação para oferecer.

Ao IFC – *Campus* Santa Rosa do Sul pela concessão da licença para finalizar a pós-graduação.



## RESUMO

Esta pesquisa se dá no contexto da problemática de integrar o ensino de física no contexto de formação do técnico em agropecuária em um curso de formação técnica integrado ao ensino médio. O objetivo foi analisar textos que circulam na sociedade sobre uma temática que permita pensar o ensino de física de forma integrada ao contexto de formação e atuação do técnico em agropecuária, obtendo subsídios para possíveis formulações de ações pedagógicas na perspectiva dessa integração na formação profissional desse futuro técnico em agropecuária. O tema escolhido foi sobre as nanotecnologias. Buscou-se responder à seguinte questão: “quais as possíveis articulações entre nanotecnologias e ensino de física, a partir de textos que circulam sobre o tema, em um curso técnico de nível médio em agropecuária?” Para tal, realizou-se um amplo levantamento bibliográfico relacionando o tema das nanotecnologias com a agropecuária a fim de se construir um corpus e ao mesmo tempo uma perspectiva histórica e contextual, compreendendo como as políticas públicas no Brasil influenciaram o financiamento das pesquisas e consequentemente a divulgação científica sobre o tema. A análise dessa diversidade de materiais encontrados teve como foco os aspectos da circulação e do discurso em seus contextos de produção, possibilitando a delimitação do tema central no dispositivo da “Língua Eletrônica”, reduzindo-se o corpus principal da análise a seis materiais textuais, para uma análise mais detalhada das textualizações. A “língua eletrônica” é um dispositivo produzido no contexto das pesquisas brasileiras em nanotecnologias ligado ao contexto da agropecuária. Trata-se de um sensor gustativo que utiliza filmes ultrafinos nanoestruturados de polímeros condutores. Para construir e realizar a análise, tanto da diversidade de materiais como do corpus principal, tomou-se como referencial teórico-metodológico a noção de circulação do conhecimento a partir da epistemologia social de Ludwick Fleck articuladas com aportes da Análise de Discurso de origem francesa, observando as diferentes textualizações dos discursos sobre nanotecnologias e sobre a “língua eletrônica”, buscando descrever as materialidades textuais e compreender os textos na relação com o contexto de produção dos discursos. Neste trabalho utilizamos as noções mobilizadas da teoria da ciência de Ludwick Fleck como estilo de pensamento, coletivo de pensamento, circulação intracoletiva e intercoletiva, círculos esotéricos e exotéricos, e as diferentes formas de textualizações identificadas como: ciência dos manuais, ciência dos periódicos, ciência dos livros didáticos e ciência popular, além da noção

de formação discursiva da Análise de Discurso de origem francesa. As análises do corpus principal possibilitaram perceber a circulação de conhecimentos científicos relacionados à física, sendo a física quântica responsável pela explicação, de forma implícita, do funcionamento do dispositivo da “língua eletrônica”. Também pode ser observada a regularidade dos discursos nos materiais analisados, destacando-se os benefícios do desenvolvimento científico, e a regularidade das imagens representativas da nanotecnologia e da “língua eletrônica”. Por fim, a análise mostrou subsídios que apontam para possibilidades de mediações de leituras em sala de aula que permitam promover um ensino de física integrado ao contexto de formação do técnico em agropecuária através do uso de textos alternativos ao livro didático, contribuindo para a introdução de aspectos da física moderna e contemporânea aliada a um trabalho que coloque os próprios textos como objetos de estudo e não apenas seus “conteúdos”.

**Palavras-chave:** Nanotecnologias. Língua eletrônica. Circulação de conhecimentos. Textualização. Ensino de física.

## ABSTRACT

This research takes place in the context of the problem to integrate the physics teaching in the agriculture technical training context in a high school integrated technical training. The aim was analyzing texts available about a thematic suggesting the physical education integrated with the training and performance of the technician in agricultural context, obtaining subsidies for possible formulations of pedagogical actions in the context of this integration in order to this professional training of this future agriculture technician. The theme was on nanotechnologies. We sought to answer the following question: "what links are possible between nanotechnologies and physical education from texts circulating on the subject in a agriculture high school technical course". For this, we carried out an extensive literature review about the specific theme of nanotechnologies with agriculture in order to build a corpus and at the same time a historical and contextual perspective, understanding how public policies in Brazil affected the funding of research and therefore the scientific publication on the subject. The analysis of this materials diversity was focused on aspects of movement and speech in their production environments, allowing the demarcation of the central theme in the device "Electronic Tongue", reducing the main corpus of analysis to six textual materials, for a more detailed analysis of texts. The "electronic tongue" is a device produced in the context of Brazilian research in nanotechnology connected to the agricultural context. It is a gustatory sensor that uses ultrathin films of nanostructured conducting polymers. To build and perform the analysis of both the diversity of materials as the main corpus, was taken as a theoretical framework the notion of circulation of knowledge from Ludwick Fleck social epistemology articulated with contributions of Discourse Analysis of French origin, observing the different texts of discourses on nanotechnologies and the "electronic tongue", trying to describe the textual materials and understand the texts in relation to the context of production of discourse. In this work we have used the mobilized notions of the theory of science Ludwik Fleck as a way of thinking, collective thinking, intracollective and intercollective circulation, esoteric and exoteric circles, and different forms of texts identified as: science of books, science of journals, science of textbooks and popular science, beyond the notion of discursive formation of the French Discourse Analysis. The analysis of the main corpus made it possible to realize the circulation of scientific knowledge relating to physics, and quantum physics responsible for the explanation,

implicitly, device operation of the "electronic tongue". It can also be observed the regularity of speeches in the materials analyzed, highlighting the benefits of scientific development, and regularity of representative images of nanotechnology and the "electronic tongue". Finally, the analysis showed subsidies related to possibilities of mediations readings in the classroom aimed at promoting an integrated physical education to technician training context in agriculture through the use of alternative texts to the textbook, contributing to the introduction of aspects of modern and contemporary physics combined with a job that put the texts themselves as objects of study and not just its "content."

**Keywords:** Nanotechnologies. Electronic tongue. Circulation of knowledge. Textualization. Physics teaching.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Símbolo da empresa IBM formada por átomos de xenônio sobre uma superfície de níquel .....	34
Figura 2 – Vitral da Catedral de Chartres, 1300 d.C. (França) .....	36
Figura 3 – Taça de Licurgo .....	37
Figura 4 – Mandala da nanotecnologia .....	40
Figura 5 – Número de produtos de acordo com a categoria .....	49
Figura 6 – Número de produtos de acordo com a região de origem ....	50
Figura 7 – Crescimento do mercado global de nanotecnologia: 2006-2015 .....	51
Figura 8 – Gráfico do número de publicações brasileiras na Web of Science sobre nanotecnologia para o agronegócio .....	58
Figura 9 – Gráfico do número de publicações brasileiras no Cab Abstracts sobre nanotecnologia para o agronegócio .....	59
Figura 10 – Gráficos da produção científica .....	60
Figura 11 – Mapa do Brasil com os Institutos Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação relacionados com a nanotecnologia .....	61
Figura 12 – Notícias sobre nanotecnologia por seções do jornal .....	65
Figura 13 – Resultado consulta Qualis 2014 .....	87
Figura 14 – Capa do fôlder .....	91
Figura 15 – Estrutura do grafeno com ausência de um único átomo ...	92
Figura 16 – Imagem sem identificação .....	92
Figura 17 – Texto relacionando a nanotecnologia com uma nova revolução industrial .....	95
Figura 18 – Título de matéria da revista Super Interessante .....	96
Figura 19 – Capa da Revista Inovação em pauta .....	96
Figura 20 – Parcial da página 6 do Fôlder sobre Nanotecnologia da Embrapa .....	98
Figura 21 – “Língua eletrônica” .....	100
Figura 22 – Maçã mergulhada em filme comestível .....	106
Figura 23 – “Língua Eletrônica” .....	107
Figura 24 – “Língua eletrônica” .....	108
Figura 25 – “Língua eletrônica” desenvolvida pela Embrapa .....	108
Figura 26 – Língua humana associada à “língua eletrônica” .....	109
Figura 27 – Língua humana associada à “língua eletrônica” .....	110



## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 – Tabela de relação do aumento da área x redução do tamanho da aresta .....	38
Tabela 2 – Produtos com nanotecnologia .....	40
Tabela 3 – Produtos de nanotecnologia desenvolvidos no Brasil .....	51
Tabela 4 - Instituições científicas e tecnológicas com equipamentos de médio e grande porte para nanocaracterização .....	54
Tabela 5 – Artigos sobre nanociência e nanotecnologia publicados no JC, por principal assunto .....	66
Tabela 6 – Formulações apresentadas nos materiais .....	101
Tabela 7 – Discursos apresentados nos livros do PNLD 2015 .....	102
Tabela 8 – Discursos exaltando de forma positiva a “Língua Eletrônica” .....	111





## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial  
ANI – Associação Nacional de Inventores  
BJTF – Revista Brazilian Journal of Food Technology  
CBPF – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas  
Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
CDS – Centro de Desenvolvimento Sustentável  
CED – Centro de Ciências da Educação  
Ceitec – Centro Nacional em Tecnologia Eletrônica Avançada  
CenPRA – Centro de Pesquisas Renato Archer  
Cetene – Centro de tecnologias Estratégicas do Nordeste  
C&T – Ciência e Tecnologia  
CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos  
CH – Revista Ciência Hoje  
CHC – Revista Ciência Hoje das Crianças  
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
ELSI – Sigla em inglês para caracterizar os aspectos éticos, legais e sociais  
EM – Ensino Médio  
Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
EUA – Estados Unidos da América  
ENCTI – Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação  
FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo  
FDs – Formações Discursivas  
Finep – Financiadora de Estudos e Projetos  
IBM – International Business Machines  
IFC – Instituto Federal Catarinense  
IMMP – Instituto Multidisciplinar de Materiais Poliméricos  
Inmetro – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial  
IT – Inovação Tecnológica  
ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos  
JC – Jornal da Ciência e-mail  
Labnano – Laboratório multiusuário em nanotecnologia  
LD – Livro Didático  
LNLS – Laboratório Nacional de Luz Síncrotron  
LNNA – Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio  
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia  
MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior  
MEC – Ministério da Educação  
NUTE – Núcleo Multiprojetos de Tecnologia Educacional  
ONG's – Organizações Não Governamentais  
PBM – Plano Brasil Maior  
PD&I – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação  
PEN – Project on Emerging Nanotechnologies  
PITCE – Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior  
PNLD – Plano Nacional do Livro Didático  
PNN – Programa Nacional de Nanotecnologia  
PPA – Plano Plurianual  
PPGECT – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica  
PUC-RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro  
RENANOSOMA – Rede Brasileira de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente  
Rede Agronano – Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio  
SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência  
SciELO – Scientific Eletronic Library Online  
SETEC – Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
SisNANO – Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia  
SNPA – Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária  
TV – Televisão  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro  
UNB – Universidade de Brasília  
USP – Universidade de São Paulo  
WoS – Web of Science

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>1 A NANOCIÊNCIA E A NANOTECNOLOGIA .....</b>	<b>33</b>
1.1 Histórico .....	33
1.2 Efeitos e consequências .....	35
1.3 Áreas de atuação da nanotecnologia .....	39
1.4 A circulação sobre os aspectos legais, éticos, sociais e os riscos das nanotecnologias .....	41
1.5 O desenvolvimento do mercado de nanotecnologias no mundo, no Brasil e na agropecuária brasileira .....	48
1.6 A produção científica em nanotecnologias no Brasil e no mundo .....	58
1.7 A divulgação científica sobre nanotecnologias .....	62
<b>2. AS NOÇÕES DE FORMAÇÃO DISCURSIVA E DE CIRCULAÇÃO DE CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS .....</b>	<b>69</b>
<b>3. DESCREVENDO O <i>CORPUS</i> PRINCIPAL DA ANÁLISE: ALGUNS TEXTOS EM SEU CONTEXTO DE CIRCULAÇÃO .....</b>	<b>79</b>
3.1 A Embrapa como elemento do contexto .....	81
3.2 Site Inovação Tecnológica como elemento do contexto .....	83
3.3 A Revista Ciência Hoje das Crianças como elemento do contexto .....	84
3.4 A Revista Ciência Hoje como elemento do contexto .....	85
3.5 A Revista Brazilian Journal of Food Technology como elemento do contexto .....	86
<b>4. ANÁLISE DOS MATERIAIS TEXTUAIS QUE CONSTITUEM O <i>CORPUS</i> PRINCIPAL .....</b>	<b>89</b>
4.1 Uma textualização das nanotecnologias no contexto agropecuário circulando como fôlder da Embrapa .....	89
4.2 Textualizações da língua eletrônica nos círculos exotérico e esotérico .....	99
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>115</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>121</b>



## APRESENTAÇÃO

Ingressei no mestrado do Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com a proposta de investigar tópicos de física moderna e contemporânea que tivessem relação com a agropecuária, pois lecionava, e ainda leciono, a disciplina de física para o Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio no Instituto Federal Catarinense (IFC) – Campus Santa Rosa do Sul, e buscava contextualizar o ensino de física com essa área de formação técnica já que, geralmente, os livros didáticos utilizados no IFC não o fazem.

Ao ingressar no mestrado fui convidado pelo meu orientador, professor Henrique César da Silva, para participar de um projeto em que seria desenvolvido um módulo de física para compor o curso de especialização em Educação na Cultura Digital a ser ofertado pelo Ministério da Educação (MEC), e cujo desenvolvimento estava sendo gerenciado pela UFSC por meio do Núcleo Multiprojeto de Tecnologia Educacional (NUTE). O desenvolvimento deste módulo requeria como pré-requisito que um dos autores lecionasse no ensino superior e fosse pesquisador na área, no caso o professor Henrique que era o coordenador do núcleo de física, e que o outro autor lecionasse na educação básica, para o qual fui convidado, pois como parte integrante do módulo haveriam vídeos gravados no local de trabalho desse professor como forma de contextualização das atividades que seriam desenvolvidas no módulo. A proposta geral para produção de material para o curso era a de que seus módulos tivessem relação com a realidade de sala de aula.

Nesse momento em que ingressava no mestrado e era convidado a participar desse projeto, atuava como docente concursado no IFC – Campus Santa Rosa do Sul, lecionando a disciplina de física desde o ano de 2011, quando integrei o quadro docente da instituição. É importante ressaltar aqui que naquele momento eu ingressava na pós-graduação, mas continuaria no exercício docente, como continuei durante todo o mestrado, exceto nos últimos meses, tendo adquirido direito a uma licença junto ao IFC para concluir a pós-graduação.

A proposta de produção do material do núcleo de física<sup>1</sup> envolvia as relações entre cultura científica, cultura digital e cultura escolar

---

<sup>1</sup> SILVA, Henrique César da et al. **Curso de Especialização em Educação na Cultura Digital**: Aprendizagem de Física no Ensino Médio e TDIC. Brasília, DF: MEC, 2014. 26 p. Disponível em:

levando em consideração as dimensões comunicativas, enunciativas e discursivas, onde a noção de circulação foi tomada como pressuposto teórico principal no trabalho. Para isso, além desses dois autores, contamos ainda com a participação de outro mestrando e uma doutoranda, ambos do PPGET, integrando a equipe que realizava reuniões quinzenais durante mais de um ano de produção do material do núcleo.

O tema escolhido para o desenvolvimento do núcleo de física foi o das Nanotecnologias, uma vez que possuía relação com a física moderna e contemporânea além de já fazer parte dos assuntos de circulação recente na mídia, ainda que pudesse representar um assunto novo para grande parte dos professores do ensino médio, como, naquele momento, era também para mim.

Inicialmente, tivemos por parte do coordenador a realização de um seminário com a apresentação das ideias que fundamentaram a proposta, tendo como base os estudos da linguagem e do discurso, realçando as relações entre texto e contexto. Após, o trabalho de cada participante da equipe constituiu-se em uma ampla pesquisa e compreensão sobre uma área de atuação das nanotecnologias buscando um aprofundamento em algum tópico de física que estivesse relacionado com essa área de atuação, para posteriormente realizar a apresentação de seminário sobre o tema estudado. Pelo fato de eu trabalhar em uma instituição que possuía um curso técnico em agropecuária, fiquei responsável pela pesquisa envolvendo as nanotecnologias e a agropecuária. Com o andamento das pesquisas e a compreensão sobre o tema, realizamos a apresentação de seminários entre os participantes da equipe, permitindo assim a construção coletiva da compreensão dos textos, seus respectivos contextos de produção, sua circulação e seus discursos.

Nesse contexto de estudo e produção coletiva do material do curso e compreensão sobre o tema, a quantidade de material encontrado envolvendo nanotecnologias e a agropecuária foi bastante grande, nas mais diferentes formas, como por exemplo, artigos, textos de revistas e jornais, fôlderes, documentos técnicos, documentos oficiais, cartilhas, livros, vídeos de entrevistas, dissertações e teses entre outros.

Decorrente desse contexto de compreensão sobre as nanotecnologias na agropecuária e na busca por pensar alternativas de aproximar o ensino de física ao contexto de formação do técnico em

agropecuária, comecei a refletir, com ações na minha própria prática docente, sobre a possibilidade do uso de materiais textuais alternativos ao livro didático para o ensino de física. Eis a origem deste trabalho de mestrado, que trata da análise de materiais textuais que circulam amplamente na sociedade e que fazem parte do contexto da área de agropecuária em sua relação com as nanotecnologias visando contribuir com subsídios para o ensino de física neste contexto educacional, particularmente sobre o uso de textos em sala de aula na perspectiva de uma formação integrada num curso técnico e para a introdução da Física Moderna e Contemporânea. Este trabalho está estruturado e dividido em seis partes: introdução, quatro capítulos e as considerações finais.

Na introdução faço uma apresentação do contexto de desenvolvimento da pesquisa, com a ideia de formação integrada em cursos de formação técnica integrados ao ensino médio, realidade esta do IFC – Campus Santa Rosa do Sul. Apresento a justificativa para o desenvolvimento da pesquisa e desenvolvo algumas justificativas para a escolha do objeto de pesquisa, delimitando em seguida o corpus principal das análises. Apresento também a questão e o objetivo geral da pesquisa, bem como os aspectos gerais dos referenciais teórico-metodológicos que foram utilizados, que estão aprofundados em capítulo posterior.

O primeiro capítulo tem o intuito de levar o leitor a ter uma compreensão ampla das nanotecnologias, das suas características, de aspectos de seu contexto de pesquisa e desenvolvimento, dos lugares de circulação de seus discursos, de algumas vozes que falam sobre elas. É muito importante ressaltar que o primeiro capítulo não se trata apenas de uma revisão bibliográfica sobre nanotecnologias. Diante da imensa quantidade de material pesquisado para a produção do módulo de física do curso de especialização, citado anteriormente, esse capítulo também se trata de uma análise sobre alguns discursos sobre nanotecnologias e a sua circulação. Dessa forma, no primeiro capítulo faço uma breve apresentação do contexto histórico das nanotecnologias; após apresento os efeitos e consequências decorrentes da ordem de grandeza nanométrica; em seguida apresento as áreas de atuação das nanotecnologias para após apresentar informações sobre a produção científica em nanotecnologias no Brasil. Na sequência são apresentadas informações sobre o mercado da nanotecnologia, mundialmente, no Brasil, e na agropecuária. Após faço uma apresentação da circulação sobre os aspectos legais, sociais, éticos e os riscos das nanotecnologias, e fechando o capítulo, abordo aspectos da divulgação científica sobre nanotecnologias.

Na sequência, no segundo capítulo, apresento e discuto a noção de circulação do conhecimento a partir da epistemologia de Ludwik Fleck, utilizada na análise dos materiais textuais de todo o corpus da pesquisa.

Já no terceiro capítulo, faço uma apresentação do contexto da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), responsável por dois dos materiais que constituem o corpus principal da análise, e do contexto das revistas e do site, responsáveis pelos demais materiais do corpus principal. Faz-se essa apresentação do contexto uma vez que assim podemos compreender melhor como se dá a circulação de conhecimentos por esses materiais, assim como as características dos discursos apresentados, o que dizem e para quem dizem.

No quarto capítulo, desenvolvo a análise dos materiais que constituem o corpus principal da análise com base na noção de circulação, que permeia todo o desenvolvimento da pesquisa.

Nas considerações finais, aponto uma síntese dos resultados obtidos nessa pesquisa buscando responder à questão de pesquisa e levantando possíveis subsídios para o ensino de física no nível médio utilizando os materiais que constituem o corpus principal da pesquisa, notadamente, apontando conhecimentos de física moderna e contemporânea relacionados a esse contexto de circulação de conhecimentos, que poderiam mediar produções de leituras em aulas de física sobre nanotecnologias, em práticas que tomassem os próprios textos como objetos de estudo e não apenas seus “conteúdos”.



## INTRODUÇÃO

Na última década a Educação Profissional no Brasil sofreu uma imensa expansão como fruto de uma política do Ministério da Educação através da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), com a criação de inúmeros Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, por todos os Estados do país, englobando inúmeros cursos de nível técnico, tecnológico e licenciaturas (BRASIL, s.d.; TAVARES, 2012), nas mais diversas áreas de conhecimento e de atividades econômicas.

Quanto a sua forma de oferta, a Educação Profissional Técnica de Nível Médio pode ser desenvolvida de duas formas distintas, articulada ao Ensino Médio (EM) ou subsequente a este. Na sua forma subsequente, ela será desenvolvida em cursos exclusivamente a quem já concluiu o EM. No caso da articulada, ela pode ser ofertada em três diferentes formas (BRASIL, 2012):

a) Integrada: ofertada ao aluno que já concluiu o Ensino Fundamental e cursará, na mesma instituição e com matrícula única, o EM e a habilitação profissional, com uma grade curricular integrada, de modo que para obter a certificação de conclusão é necessária a sua finalização por completo;

b) Concomitante: ofertada ao aluno que ingressará no EM ou já esteja cursando-o, com matrículas distintas para cada curso, seja em unidades de ensino da mesma instituição, ou em distintas instituições de ensino;

c) Concomitante: em sua forma, uma vez que é desenvolvida simultaneamente em distintas instituições educacionais, mas integrada no conteúdo, mediante a ação de convênio ou acordo de intercomplementaridade, para a execução de projeto pedagógico unificado.

Para Ramos (2008), a integração entre ensino médio e educação profissional

“possibilita formação omnilateral dos sujeitos, pois implica a integração das dimensões fundamentais da vida que estruturam a prática social. Essas dimensões são o trabalho, a ciência e a cultura. O trabalho compreendido como realização humana inerente ao ser (sentido ontológico) e como prática econômica (sentido histórico associado ao respectivo modo de

produção); a ciência compreendida como os conhecimentos produzidos pela humanidade que possibilita o contraditório avanço produtivo; e a cultura, que corresponde aos valores éticos e estéticos que orientam as normas de conduta de uma sociedade.” (RAMOS, 2008, p.3)

A modalidade articulada integrada é a utilizada no IFC – Campus Santa Rosa do Sul para o Curso de Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrado em Agropecuária, no qual leciono a disciplina de física, estabelecendo assim o contexto de reflexão e problematização desta pesquisa.

Colaborando nesse processo de integração, segundo Ricardo (2010), contextualizar o ensino de física pode facilitar o aprendizado dos alunos ao tornar o processo educativo mais significativo para eles, podendo, inclusive, ser um fator para despertar o interesse no aprendizado de física, bem como servir de fator motivacional. Além disso, segundo Macedo e Silva (2014), o ensino de física deve colaborar na formação de cidadãos que possam utilizar desses conhecimentos “para participar ativamente e de forma responsável de processos de tomada de decisão na sociedade” (MACEDO; SILVA, 2014, p.56). Dessa forma, ao ensinar física para alunos de um curso técnico em agropecuária é importante poder aproximar os conhecimentos ensinados à realidade do contexto com a qual o futuro técnico em agropecuária se deparará no exercício de sua atividade profissional.

Nesse sentido, o ensino na disciplina física no curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio do IFC – Campus Santa Rosa do Sul tem se dado utilizando-se o livro didático da coleção “Ser Protagonista”, do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) 2013-2014-2015, que em sua estrutura têm pouca ou nenhuma relação com as especificidades do curso técnico que os alunos estão cursando, uma vez que “conteúdos de física presentes nos manuais e livros didáticos se encontram distantes da vida cotidiana, das tecnologias, enfim, do mundo dos alunos” (RICARDO, 2010, p.36), de forma que o ensino de física, tomando o livro didático como base, será um ensino de física desconexo com a realidade do técnico em agropecuária, e assim contribuindo pouco para a formação integrada desses alunos. Diante dessa realidade veio a reflexão sobre a possibilidade de utilização de outros tipos de materiais que possibilitassem essa aproximação da física com o contexto da agropecuária, contribuindo dessa maneira para a formação integral desses alunos, justificando assim o desenvolvimento dessa pesquisa.

Dessa forma, além dos livros didáticos, diferentes materiais textuais que circulam de forma mais ampla na sociedade também podem constituir materiais de ensino, sejam nas disciplinas da base geral do EM ou nas disciplinas da área técnica, de modo a contribuir nesse ensino integrado. De fato, o uso de textos alternativos ao Livro Didático (LD), como por exemplo, notícias científicas, textos de divulgação científica, textos literários, textos sobre história da ciência, artigos de jornais, história em quadrinhos, etc., no ensino de física vem sendo alvo de pesquisas (SILVA; ALMEIDA, 1999; ASSIS; TEIXEIRA, 2003; SILVA; ALMEIDA, 2005; ZANETIC, 2006; PIASSI; PIETROCOLA, 2007; ASSIS; CARVALHO, 2008; PIASSI; PIETROCOLA, 2009; ASSIS; TEIXEIRA, 2003; CARUSO; FREITAS, 2009; LIMA; ALMEIDA, 2012; GOMES; OLIVEIRA, 2015; HORNES; SANTOS, 2015).

Com isso, pressupomos que esses materiais textuais de circulação ampla na sociedade e que façam parte do contexto da área de agropecuária, especialidade do curso em que atuo, poderiam possibilitar aos alunos uma formação mais ampla, integrada, ligando o científico com a sociedade no que tange à área de formação em questão, de forma que lhe permita compreender que o conhecimento impacta a sociedade em que vive, e a sociedade em que vive impacta o conhecimento e as tecnologias que estão sendo desenvolvidas através de pesquisas ligadas à sua futura área de atuação, contribuindo assim para a formação integral desses alunos, de forma tal que

“... a importância maior dos estudos das tecnologias não é o conhecimento morfológico dos objetos em si e para si mesmos, mas o estudo dos **usos** destes objetos e das técnicas e suas relações com as **funções** econômicas, culturais e sociais que eles cumprem num determinado contexto histórico, produzindo sentidos, significados e história.” (MACHADO, 2006, p.55).

Considerando o contexto onde sou professor lecionando física e os fatos anteriormente apresentados, pensar esse ensino a partir da utilização de diferentes textos que participam da produção e circulação do conhecimento científico-tecnológico de forma ampla na sociedade sobre uma temática que liga o conhecimento de física ao contexto da agropecuária constituiu o objeto de estudo deste trabalho visando

contribuir com subsídios para o ensino de física neste contexto educacional, particularmente sobre o uso de textos em sala de aula na perspectiva de uma formação integrada num curso técnico e para a introdução da Física Moderna e Contemporânea. Nesta perspectiva tomou-se como tema central do estudo as nanotecnologias<sup>2</sup>. Dentro do contexto amplo das nanotecnologias no setor da agropecuária, se realizou um recorte estabelecendo o foco na “língua eletrônica<sup>3</sup>”, cuja tecnologia foi desenvolvida em parceria por cientistas brasileiros da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e da Embrapa Instrumentação Agropecuária, podendo ser utilizado na agropecuária para identificar características de vinhos, cafés e outras bebidas. São textos produzidos no contexto da circulação de conhecimentos sobre as nanotecnologias na agropecuária que compuseram o *corpus* mais amplo e inicial desta pesquisa, no qual tomou-se, como *corpus* principal de análise, textos sobre o dispositivo tecnológico “língua eletrônica”.

O grande desenvolvimento da nanociência e das nanotecnologias vem ocupando, cada vez mais, lugar de destaque em inúmeras áreas de pesquisa científica, compreendendo desde a agricultura até as técnicas mais avançadas da medicina (BATISTA et al, 2010; KÖRBES, 2013; GOMES et al, 2015; FORNASIER; ROGERIO, 2015), e com frequência ocupando lugar em jornais e telejornais, além de inúmeras publicações das mais variadas possíveis (AMORIM, 2008; GONÇALVES, 2008; INVERNIZZI, 2008; KÖRBES, 2013, KÖRBES; INVERNIZZI, 2014). Analisar, dentro dessa ampla área de conhecimento da nanociência e das nanotecnologias, materiais textuais que abordam um tema comum sob o ponto de vista da noção de circulação de conhecimentos científicos e seus diferentes discursos, pode contribuir para gerar subsídios que possibilitem ao professor pensar estratégias de mediação de leitura e uso de textos como esses no ensino de física, de modo a contribuir para a integração entre os conhecimentos científicos e a inserção desses na sociedade no contexto da área técnica do curso, no caso, a agropecuária.

Partindo desse pressuposto, tanto a educação básica como a educação profissional, não podem se omitir diante dessas tecnologias e

---

<sup>2</sup> Apesar de a Nanociência ser a base de todas as Nanotecnologias, o termo em si é muito pouco utilizado, em especial nos materiais que não são publicações científicas, como os materiais que constituíram o *corpus* de análise deste trabalho.

<sup>3</sup> Sensor gustativo eletrônico cujo funcionamento se aproxima do funcionamento da língua humana.

dos conhecimentos que elas empregam no cenário atual em que vivemos (MATTOSO; MEDEIROS; NETO, 2005; BATISTA et al, 2010; CRESTANA; FRAGALLE, 2012; GOMES et al, 2015), e trabalhar o ensino de física a partir de materiais textuais que possibilitem um contato mais estreito com esses conhecimentos envolvidos nelas pode possibilitar a formação de um profissional técnico com uma melhor percepção dessas tecnologias, tanto na sua atividade profissional como as relações que elas estabelecem com a sociedade. No âmbito da educação profissional, com relação aos cursos profissionalizantes integrados com o EM, temos que:

A ideia de formação integrada sugere superar o ser humano dividido historicamente pela divisão social do trabalho entre a ação de executar e a ação de pensar, dirigir ou planejar. Trata-se de superar a redução da preparação para o trabalho ao seu aspecto operacional, simplificado, escoimado dos conhecimentos que estão na sua gênese científico-tecnológica e na sua apropriação histórico-social. (CIAVATTA, 2005 apud MEC, 2007, p.41)

Diante disso, outro desafio é promover a efetiva integração dos conhecimentos da educação básica de forma a promover uma formação profissional que possibilite ao estudante compreender o mundo em que vive possibilitando-o “acesso aos conhecimentos socialmente construídos, tomados em sua historicidade, sobre uma base unitária que sintetize humanismo e tecnologia” (RAMOS, 2008, p. 6).

Diante da imensa quantidade de material sobre nanotecnologias com os mais variados textos em diferentes instituições ligadas à pesquisa e ao desenvolvimento de produtos e tecnologias associadas às nanotecnologias, cujos critérios de seleção já foram explicitados na apresentação, selecionou-se um conjunto para uma análise preliminar, todos ligados ao contexto da agropecuária através do dispositivo da “Língua eletrônica”, cuja escolha se baseou na diversidade de instituições cujas pesquisas e conhecimentos construídos possuem relação com diferentes áreas da sociedade, e cuja divulgação dos resultados das pesquisas, a divulgação científica, se estende também àqueles que não são pesquisadores da área, o público não especialista, através das mais diferentes fontes.

O *corpus* principal de análise constou de seis materiais textuais: um pôster sobre nanotecnologia produzido pela Embrapa, uma notícia da

Embrapa disponibilizada em seu site, um texto de divulgação científica do site Inovação Tecnológica (IT), outro da Revista Ciência Hoje (CH), um da Revista Ciência Hoje das Crianças (CHC) e um artigo publicado na Revista Brazilian Journal of Food Technology (BJTF), todos sobre a “língua eletrônica”.

A escolha de ambos os materiais da Embrapa se deram devido ao contexto do curso técnico em agropecuária, uma vez que a Embrapa constitui uma instituição de referência no Brasil para a agropecuária, com um longo histórico, desde 1973, ligado à pesquisa e desenvolvimento desse setor. Os textos de divulgação científica, por sua vez, foram selecionados por estarem em revistas que podem fazer parte dos materiais de leitura, tanto de professores como de alunos, como podem fazer parte dos materiais de ensino dos professores em suas aulas (ALVETTI, 1999; RIBEIRO; KAWAMURA, 2011), enquanto que a escolha pelo texto do site IT se deu pelo fato de ser um divulgador de ciência e tecnologia desde 1999. Já a escolha pelo artigo da BJTF se deu no intuito de verificar como se dá a circulação de conhecimentos científicos e os discursos utilizados pelos próprios cientistas que realizam as pesquisas sobre o dispositivo da “língua eletrônica”.

Nesse contexto apresentado, essa pesquisa foi guiada pela seguinte questão-problema:

**“Quais as possíveis articulações entre nanotecnologias e ensino de física, a partir de textos que circulam sobre o tema, em um curso técnico de nível médio em agropecuária?”**

O objetivo geral dessa pesquisa foi contribuir com subsídios para o ensino de física neste contexto educacional, particularmente sobre o uso de textos em sala de aula na perspectiva de uma formação integrada num curso técnico e para a introdução da Física Moderna e Contemporânea.

Buscando alcançar o objetivo geral, optamos por: a) realizar amplo levantamento bibliográfico que relacionasse as nanotecnologias com a agropecuária; b) construir uma perspectiva histórica e social dos aspectos gerais das nanotecnologias, localizando-as mundialmente e nacionalmente, inclusive na agropecuária, abordando as políticas públicas, implicações legais, sociais, éticas e os riscos das nanotecnologias, sempre procurando evidenciar os aspectos da circulação de conhecimentos e dos discursos em cada contexto; c) explicitar o referencial teórico que subsidiará as análises dos materiais que constituem o *corpus* principal da pesquisa; d) analisar os contextos

de produção de cada um dos materiais que constituem o *corpus* principal da pesquisa na perspectiva de compreender o discurso, na relação entre texto e contexto de cada material textual; e) analisar os materiais que constituem o *corpus* principal da pesquisa utilizando-se do referencial teórico; f) explicitar subsídios gerais para o ensino de física, notadamente para a mediação da leitura e da introdução da física moderna e contemporânea na educação de nível médio.

As análises dessa pesquisa foram desenvolvidas utilizando como principal referencial teórico-metodológico a noção de circulação do conhecimento a partir da epistemologia de Ludwik Fleck, focalizando os discursos, analisando textos em suas condições de produção, ou seja, a textualização de discursos sobre nanotecnologias no contexto da agropecuária.





# 1 A NANOCIÊNCIA E A NANOTECNOLOGIA

## 1.1 Histórico

Apesar de encontrarmos em muitos textos (BRASIL, 2003; SILVA, 2003; CADIOLI; SALLA, 2006; CRISTANTE, 2011; SILVA, 2015) a consideração da palestra proferida pelo Físico Richard Feynman<sup>4</sup> em 1959 como ponto inicial das Nanotecnologias, quando foi sugerido por ele que um dia seria possível manipular átomos individualmente, uma ideia revolucionária na época, apenas em 1981 (CADIOLI; SALLA, 2006; SILVA, 2008; JOACHIM; PLÉVERT, 2009; LEONEL; SOUZA, 2009; SILVA, 2015) é que foi criado o microscópio de tunelamento por Gerd Binnig e Heinrich Rohrer, cientistas do laboratório de pesquisa da International Business Machines (IBM) em Zurique – Suíça, permitindo assim a obtenção de imagens de átomos em uma superfície. A possibilidade de movimentação de átomos de forma individualizada só se concretizou em 1989 (CBPF, 200-; CGEE, 2008; FERREIRA; RANGEL, 2009; JOACHIM; PLÉVERT, 2009; SILVA, 2015; TOMA; ARAKI, 2005), quando os pesquisadores americanos da IBM, Don Eigler e Erhard K. Schweizer, utilizaram 35 átomos de xenônio sobre uma superfície de níquel para escrever o símbolo da empresa IBM<sup>5</sup>, como podemos observar na Figura 1 a seguir.

---

<sup>4</sup> "There's Plenty of Room at the Bottom: An Invitation to Enter a New Field of Physics". Palestra proferida na reunião anual da American Physical Society, em 29 de dezembro de 1959. In: Engineering and Science, Caltech, 22 de fevereiro de 1960. Disponível em:

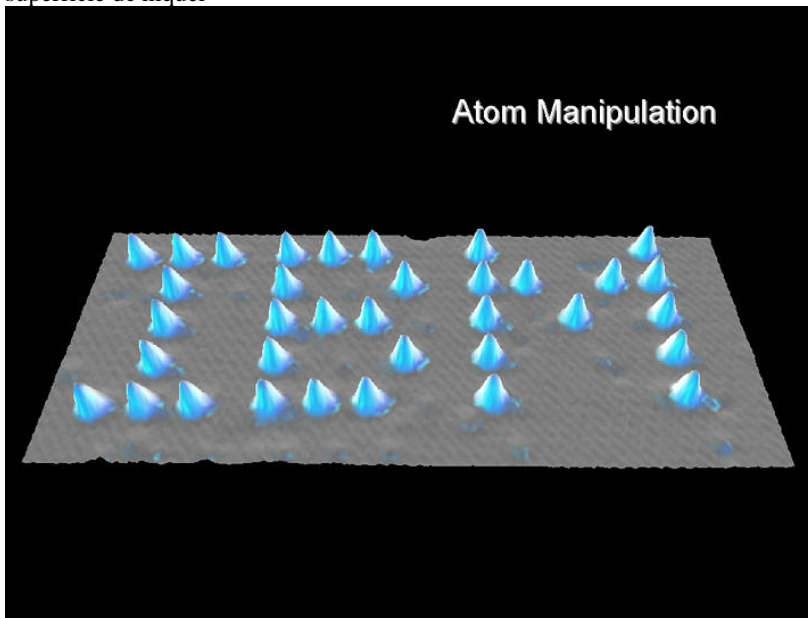
<<http://calteches.library.caltech.edu/47/2/1960Bottom.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2014.

<sup>5</sup> Disponível em: <<http://online.itp.ucsb.edu/lecture/eigler/oh/22.html>>. Acesso em: 20 mar. 2014.

Um vídeo simulando esse experimento da movimentação dos átomos para confecção do símbolo da IBM pode ser visualizado no link

<[https://www.flickr.com/photos/ibm\\_research\\_zurich/3880133161/in/set-72157622394873894](https://www.flickr.com/photos/ibm_research_zurich/3880133161/in/set-72157622394873894)>. Acesso em: 22 mar. 2014.

Figura 1 – Símbolo da empresa IBM formada por átomos de xenônio sobre uma superfície de níquel



Fonte: KITP (Kavli Institute for Theoretical Physics)

É interessante ressaltar que o termo “nanotecnologia” foi utilizado pela primeira vez em um artigo científico pelo pesquisador japonês Norio Taniguchi, em 1974 (CADIOLI; SALLA, 2006; JOACHIM; PLÉVERT, 2009; SILVA, 2015). Conceitualmente, as nanotecnologias estão relacionadas com uma série de tecnologias, técnicas e processos utilizados para caracterização, preparação, manipulação e fabricação de estruturas na escala nanométrica (GRUPO ETC, 2005; MATTOSO; MEDEIROS; NETO, 2005; CADIOLI; SALLA, 2006; BATISTA et al, 2010; ALFONSO, 2011; ASSIS et al, 2012; FARIA et al, 2013; NASCIMENTO et al, 2014; BORELLI, 2015; GOMES et al, 2015). A ideia do “muito pequeno”, da miniaturização, foi apresentada ao público geral, segundo Wikipédia (2016), através do filme Viagem Fantástica (Fantastic Voyage), de 1966, cujo roteiro foi adaptado para a literatura por Isaac Asimov, dando origem ao livro de título homônimo ao filme (CBPF, 200-), sendo lançado seis meses antes do filme. Contudo, a popularização do termo “nanotecnologia” se deu

com a publicação do livro de ficção científica<sup>6</sup> “Engines of Creation” em 1986 (SILVA, 2003; CADIOLI; SALLA, 2006; JOACHIM; PLÉVERT, 2009; LEONEL; SOUZA, 2009; SILVA, 2003; ZANELLA et al, 2009; CRISTANTE, 2001; FORNASIER; ROGERIO, 2015; SILVA, 2015) pelo engenheiro norte americano Eric Drexler<sup>7</sup>, em que

“ele descreve máquinas moleculares de um futuro bem distante, capazes de reciclar dejetos e produzir água pura e energia. Essas máquinas, reduzidas ao essencial, isto é, a algumas moléculas, fariam nossa civilização alcançar a tecnologia molecular.” (JOACHIM; PLÉVERT, 2009, p. 14)

## 1.2 Efeitos e consequências

É importante salientar que os efeitos decorrentes da ordem de grandeza nanométrica já existiam na natureza antes mesmo dos cientistas se preocuparem em pesquisar o “muito pequeno”, como por exemplo: a mudança de cor nas asas de borboletas de algumas espécies devido às estruturas em escala nanométrica que modulam o índice de refração (ABDI, 2010a; ASSIS, 2013); a existência de ventosas na ordem de grandeza nanométrica existentes nas patas das lagartixas que proporcionam fortíssima adesão em diferentes tipos de superfícies (ABDI, 2010a; JACOBI, 2014); nanoestruturas presentes em folhas de plantas tornado essas superfícies super-hidrofóbicas (efeito lótus) (ABDI, 2010a; NASCIMENTO et al, 2014); a presença de uma organizada nanoestrutura nos dentes possibilitando assim elevada resistência mecânica (ABDI, 2010a; CBPF, 200-), entre outros.

Não devemos esquecer também que há muito tempo alguns processos artesanais se assemelhavam muito com as nanofabricações de hoje, como por exemplo, os vitrais das catedrais da Europa (ABDI, 2010a; FERREIRA; RANGEL, 2009), como podemos observar na Figura 2 a seguir, em que foram utilizados pigmentos à base de metais e seus compostos, sobretudo ouro, cobre e ferro.

---

<sup>6</sup> Apesar de ser considerado um livro de ficção científica, teve como base as pesquisas em nanotecnologia realizadas pelo autor. (CADIOLI; SALLA, 2006)

<sup>7</sup> Tornou-se o primeiro cientista a doutorar-se em nanotecnologia (CADIOLI; SALLA, 2006).

Figura 2 – Vitral da Catedral de Chartres, 1300 d.C. (França)



Fonte: ABDI (2010a, p.18)

No caso do ouro, a variação do tamanho de suas partículas adicionadas na composição definem diferentes colorações ao chamado vidro rubi. A esse efeito chamamos de efeito quântico de tamanho (quantum size effect) e as nanopartículas de ouro de pontos quânticos (quantum dots) (SILVA, 2008; MARTINS; TRINDADE, 2012; TOMA; ARAKI, 2005). Outro exemplo do uso de nanopartículas de ouro e prata pode ser observado na Taça de Licurgo<sup>8</sup>, conforme Figura 3 a seguir, em que a sua peculiaridade está em apresentar a cor verde quando iluminada pela frente, e vermelha quando a fonte de luz encontra-se dentro da taça (SILVA, 2008; FERREIRA; RANGEL, 2009; MARTINS; TRINDADE, 2012; ROCHA, 2013).

---

<sup>8</sup> Antiguidade romana do século IV d.C. em exposição no Museu Britânico

Figura 3 – Taça de Licurgo



Fonte: ROCHA (2013).

Mas afinal, qual o tamanho de uma nanopartícula? Para ser considerada nanopartícula o seu diâmetro pode variar entre 1 e 100 nanômetros<sup>9</sup> (CADIOLI; SALLA, 2006; FERNANDES; FILGUEIRAS, 2008; FERREIRA; RANGEL, 2009; MARTINS, 2009; CRISTANTE, 2011; MARTINS; TRINDADE, 2012; ), e é nessa escala de tamanho que suas propriedades físicas e químicas apresentam diferenças se comparadas com as de uma partícula maior, de idêntica composição, pois as Leis da Física Clássica, como o efeito da gravidade que torna-se desprezível, dão lugar às Leis da Mecânica Quântica, capazes de explicar os fenômenos que ocorrem na escala atômica, como por exemplo, a tolerância à temperatura, a variedade de cores, as alterações da reatividade química e a condutividade elétrica (QUINA, 2004; GRUPO ETC, 2005; MATTOSO; MEDEIROS; NETO, 2005; FERNANDES; FILGUEIRAS, 2008; FERREIRA; RANGEL, 2009), fenômeno responsável pelo princípio de funcionamento do dispositivo da “língua eletrônica”, como poderemos perceber nas análises do *corpus* principal no capítulo 4.

Na ordem de grandeza nanométrica é destacada a importância das nanopartículas com a relação de aumento da área superficial, quando mantido o volume constante, ou seja, ao diminuirmos o tamanho das partículas, consequentemente aumentaremos o número delas, propiciando assim esse significativo aumento da área superficial sem que o volume total sofra alteração (QUINA, 2004; MATTOSO;

<sup>9</sup> O nanômetro equivale a uma bilionésima parte do metro ( $10^{-9}$  m)

MEDEIROS; NETO, 2005; FERREIRA; RANGEL, 2009; MARTINS; TRINDADE, 2012), cujo principal efeito é uma brutal potencialização de certas propriedades, como por exemplo, a reatividade química de certas partículas. Podemos verificar através da Tabela 1 a seguir a relação entre o número de cubos, o tamanho da aresta dos cubos e o respectivo valor de sua área superficial, quando mantido constante o volume de  $1 \text{ cm}^3$ , para qual a área superficial aumenta de forma considerável na proporção que a aresta diminui.

Tabela 1 – Tabela de relação do aumento da área x redução do tamanho da aresta

Número cubos	Aresta do cubo	Área Superficial	Escala
1	1cm	$6 \text{ cm}^2$	macro
$1.000 = 10^3$	0,1cm	$60 \text{ cm}^2$	macro
$1.000.000 = 10^6$	0,01cm	$600 \text{ cm}^2$	macro
$1.000.000.000 = 10^9$	$0,001 \text{ cm} = 10 \text{ }\mu\text{m}$	$6.000 \text{ cm}^2$	micro
$1.000.000.000.000 = 10^{12}$	$0,0001 \text{ cm} = 1 \text{ }\mu\text{m}$	$60.000 \text{ cm}^2$	micro
$1.000.000.000.000.000 = 10^{15}$	$0,00001 \text{ cm} = 100 \text{ nm}$	$600.000 \text{ cm}^2$	nano
$1.000.000.000.000.000.000 = 10^{18}$	$0,000001 \text{ cm} = 10 \text{ nm}$	$6.000.000 \text{ cm}^2$	nano
$1.000.000.000.000.000.000.000 = 10^{21}$	$0,0000001 \text{ cm} = 1 \text{ nm}$	$60.000.000 \text{ cm}^2$	nano

Fonte: Zanella et.al. (2009)

Existem dois procedimentos que permitem obter-se materiais ou dispositivos em escala nanométrica (SILVA, 2008; FERREIRA; RANGEL, 2009; MARTINS, 2009; ABDI, 2010a; FARIA et al, 2013):

a) “de cima para baixo” (*top-down*): constrói-se a partir de um material maior da mesma forma que um escultor molda determinado material até os pequenos detalhes, utilizando-se de técnicas de litografia<sup>10</sup>.

b) “de baixo para cima” (*botton-up*): consiste na organização dos componentes básicos (átomos e moléculas) especificamente desenhados e sintetizados, como se fossem peças de um quebra-cabeça. Neste processo aproveita-se da auto-organização.

Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) (2010a), geralmente os processos *top-down* são realizados em sistemas secos, sendo preferência de uso por físicos e engenheiros, ao passo que os *botton-up* são realizados em meio aquoso e representam a preferência de químicos e biólogos.

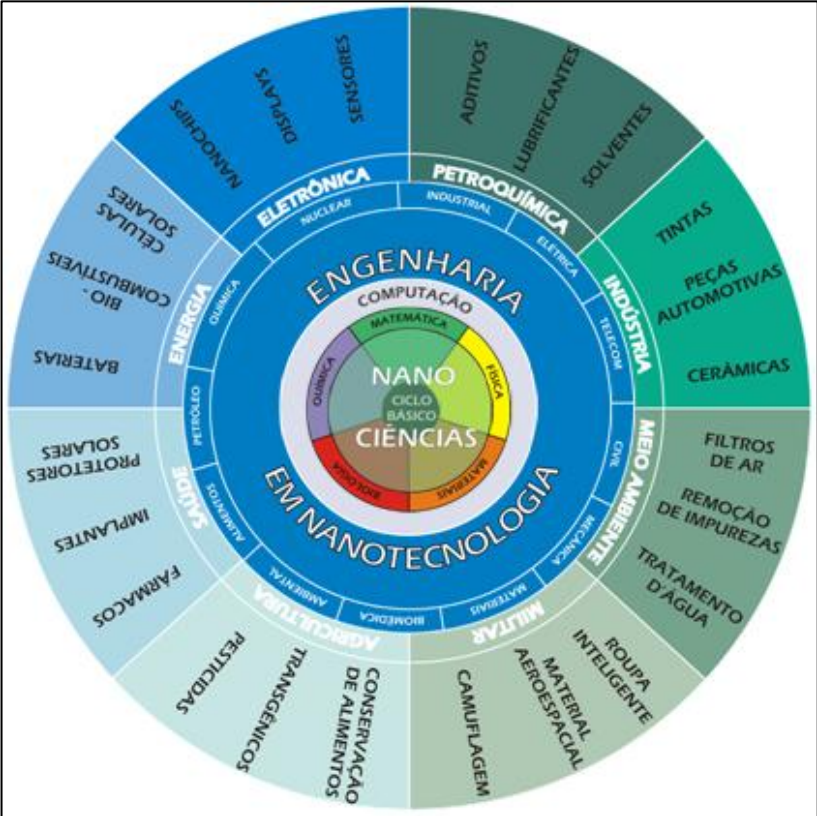
<sup>10</sup> Corrosão química seletiva e extremamente precisa de um material.

### **1.3 Áreas de atuação da nanotecnologia**

As nanotecnologias têm como característica marcante o fato de se tratar de uma área de conhecimento multidisciplinar (CADIOLI; SALLA, 2006; CBPF, 200-; FARIA et al, 2013; SANT'ANNA; ALENCAR; FERREIRA, 2013; NASCIMENTO et al, 2014; GOMES et al, 2015), propiciando um encontro da física, química, biologia e engenharia e assim, a quantidade de problemas científicos relevantes e a possibilidade de criação de novas tecnologias são imensas. Também são imensas as dúvidas sobre as possibilidades de impactos das nanotecnologias, seja ao meio ambiente, seja ao ser humano, uma vez que o número de estudos toxicológicos a respeito das nanotecnologias ainda é muito incipiente, assim como estudos dos impactos sociais das nanotecnologias (QUINA, 2004; GRUPO ETC, 2005; ABDI, 2011; MARTINS; FERNANDES, 2011; CARNIEL, 2013; PLENTZ; FAZZIO, 2013; SANT'ANNA; ALENCAR; FARIA et al, 2013; FERREIRA, 2013; FORNASIER; ROGERIO, 2015; ZARDO; KÖHLER, 2015). As políticas públicas que tratam a questão sobre os estudos dos possíveis impactos das nanotecnologias serão abordados no próximo item.

As áreas implicadas nas nanotecnologias são as mais variadas possíveis, como podemos observar na Figura 4 a seguir.

Figura 4 – Mandala da nanotecnologia



Fonte: Engenharia em Nanotecnologia – PUC-RIO, s/d

Assim como as áreas de atuação das nanotecnologias são variadas, a quantidade de produtos advindos delas também são, como podemos observar alguns exemplos na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Produtos com nanotecnologia

Setor	Tipo de Produto/Observações
Energia	Sistemas fotovoltaicos; células solares; <i>grids</i> de energia; baterias; pás para geradores eólicos.
Iluminação	LEDs baseados em <i>quantum dots</i> para iluminação pública, domiciliar e automobilística.
Automobilístico	Pinturas especiais (não riscam, autolimpantes); catalisadores para conversores catalíticos para gases de



	escapamento; eletrônica embarcada; tecidos antibacterianos.
Esportes	Raquetes de tênis (nanotubos de carbono); roupas esportivas antitranspirantes e antibactericidas; calçados para esportes; quadros para bicicletas; tacos de golf; luvas para esportes.
Tecidos	Tecidos resistentes à sujidades (efeito lótus); tecidos antibactericidas; tecidos técnicos e não tecidos.
Embalagens	Embalagens com propriedades de barreira (umidade, gases), à base de nanocompósitos; embalagens inteligentes, sensíveis a gases de decomposição de alimentos; recipientes bactericidas (prata) para guardar alimentos perecíveis.
Cosméticos	Protetores solares; produtos para recuperação da pele; produtos contendo cores físicas (índice de refração); produtos para maquiagem.
Fármacos	Novas formas de administração de fármacos (nanoemulsões e nanopartículas; <i>drug-delivery</i> ; terapia de cânceres.

Fonte: ABDI, 2010a.

### **1.4 A circulação sobre os aspectos legais, éticos, sociais e os riscos das nanotecnologias**

Para auxiliar na compreensão da circulação sobre os aspectos legais, sociais, éticos e os riscos das nanotecnologias, é fundamental olharmos para as políticas públicas voltadas para as nanotecnologias, como parte importante do contexto em que se deu o desenvolvimento delas no Brasil.

Segundo Körbes (2013), mundialmente, as primeiras políticas públicas envolvendo as nanotecnologias surgiram no momento em que as biotecnologias estavam no auge de seu desenvolvimento, juntamente com as manifestações contra os riscos ou implicações sociais dos Organismos Geneticamente Modificados. Dessa forma, desde o início das políticas públicas nos Estados Unidos e na Europa, a partir de 1997, houve a promoção no financiamento de projetos que investigassem os riscos das nanotecnologias para o meio ambiente e à saúde pública (INVERNIZZI; KÖRBES; FUCKS, 2012). Nos Estados Unidos, por exemplo, qualquer programa de nanotecnologias apoiado pela *National Science Foundation* precisa ter ações para a avaliação de aspectos éticos, legais e sociais (ELSI, na sigla em inglês).

No Brasil as políticas públicas envolvendo nanotecnologias tiveram início no final do ano 2000, quando o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) organizaram o Workshop “Tendências em Nanociências e Nanotecnologias”, contando com a presença de 32 pesquisadores de diversas áreas apenas das ciências físicas e naturais e engenharias, que chegaram ao consenso sobre a necessidade de estimular essa área emergente por meio de programas de fomento (FERNANDES; FILGUEIRAS, 2008; INVERNIZZI; KÖRBES; FUCKS, 2012; KÖRBES, 2013). Em resposta a essa recomendação foi lançado em 2001 o primeiro edital específico sobre o tema tendo como resultado a formação de quatro Redes Cooperativas de Pesquisa: Materiais Nanoestruturados, Nanotecnologia Molecular e de Interfaces, Nanobiotecnologia, Nanodispositivos Semicondutores e Materiais Nanoestruturados (FERNANDES; FILGUEIRAS, 2008; INVERNIZZI; KÖRBES; FUCKS, 2012).

No Plano Plurianual (PPA) 2004-2007 do governo federal foi criado o Programa Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia, com o objetivo de “desenvolver novos produtos e processos em nanotecnologia, visando o aumento de competitividade da indústria nacional” (MCT, 2005). Este programa por sua vez, em 2005, deu lugar ao Programa Nacional de Nanotecnologia (PNN) (MCT, 2006), e tinha como objetivo

“atender as demandas estratégicas identificadas pela comunidade envolvida com o desenvolvimento da nanociência e da nanotecnologia e colocar em prática uma das medidas da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE)” (MCT, 2006, p.7).

Já o Plano de Ação 2007-2010, em sintonia com o PPA 2008-2011, estabeleceu como Áreas Portadoras de Futuro a Biotecnologia e a Nanotecnologia, e possuía um programa específico de Ciência, Tecnologia e Inovação para Nanotecnologia, que tinha como objetivo

“incentivar atividades de pesquisa, desenvolvimento de novos produtos e processos e a transferência de tecnologia entre a academia e as empresas, visando a inovação tecnológica, de forma a promover a competitividade da indústria nacional.” (MCT, [200-], p.143)

O programa previa algumas ações prioritárias, e segundo o MCT ([200-]), uma dessas ações apresentava algumas questões que mereciam abordagens próprias, sendo uma delas: “estabelecer políticas sobre as questões éticas e de impacto social de produtos baseados em nanotecnologia” (MCT, [200-], p.144). Previa também

“implementar ações para o estímulo à inovação em áreas na nanotecnologia consideradas estratégicas para o País, estimulando a interação entre ICTs e empresas, por meio de: [...] fortalecimento da divulgação e educação científica em Nanotecnologia, por meio de atividades em museus de ciência, escolas e centros de treinamento de trabalhadores.” (MCT, [200-], p.145-146)

Podemos perceber que as políticas públicas de nanotecnologias no Brasil estiveram voltadas para o desenvolvimento da pesquisa apenas em algumas áreas, excluindo áreas de humanas e ambientais, numa concepção, segundo o discurso promovido por parte do grupo que constituiu as políticas públicas, de que promovendo a transferência do desenvolvimento científico às empresas promove-se o fortalecimento da economia do país. Nessa mesma linha de pensamento, há também o discurso de que com o desenvolvimento das pesquisas, consequentemente haverá o fortalecimento da divulgação e educação científica em nanotecnologias, porém, nesse caso, apenas das áreas financiadas para a pesquisa, e com isso, a atenção dada tanto às implicações sociais, legais, éticas e os impactos ambientais das nanotecnologias acabaram sempre sendo minimizadas. Körbes (2013) aponta que os temas de impactos sociais, éticos e ambientais, bem como a divulgação e educação em nanotecnologias foram incluídos na convocatória dos editais para formação de redes cooperativas de pesquisa nos anos de 2001, 2005 e 2009, contudo não houve o financiamento de nenhuma rede nessas áreas.

Com essa visão de desenvolvimento da pesquisa em benefício do desenvolvimento industrial, o estudo dos riscos potenciais das nanotecnologias acabou, segundo Körbes (2013), tendo um papel ainda mais marginal nos textos das políticas públicas e nos editais de pesquisa. A discussão sobre os riscos começou a acontecer no Grupo de Trabalho “Marco Regulatório”, que fazia parte do Fórum de Competitividade de Nanotecnologia criado em 2009, formado por representantes do meio

empresarial pelo setor privado, e por representantes do setor governamental e da academia. (INVERNIZZI; KÖRBES; FUCKS, 2012; MDIC, 2016).

A forma como as políticas públicas no Brasil se desenvolveram acabaram por definir os rumos das pesquisas, voltadas para o suposto desenvolvimento industrial do país com forte apoio financeiro, e, conseqüentemente, as publicações científicas oriundas dessas pesquisas trouxeram consigo a mesma ideia de desenvolvimento científico e apenas benefícios proporcionados pelas nanotecnologias, como poderemos perceber mais claramente no desenvolvimento do item 1.9 que abordará a divulgação científica sobre nanotecnologias.

Olhando para documentos fora daqueles que instituíram as políticas públicas para nanotecnologias no Brasil, temos o caso da ABDI, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), que produziu uma série de documentos sobre nanotecnologias a partir do ano de 2010 nos quais abordou os “temas ELSI”, como, por exemplo, no “Panorama Nanotecnologia” de 2010, em que destaca que “os impactos nocivos e potenciais riscos à saúde humana, ao meio ambiente e até em relação ao comportamento humano ainda são pouco conhecidos” (ABDI, 2010b, p.137). Além disso, apresentou no documento um levantamento dos documentos normativos sobre nanotecnologias existentes até aquele momento.

Além do material já citado, a ABDI publicou em 2011 o documento “Nanotecnologias: subsídios para a problemática dos riscos e regulação”, voltado aos pesquisadores, empresários e entidades que lidam com o assunto, abordando os riscos das nanotecnologias e suas implicações sobre as questões regulatórias, destacando a “emergência da Nanotoxicologia, cuja missão precípua é nortear o desenvolvimento seguro e sustentável da Nanotecnologia” (ABDI, 2011, p.17).

Sendo a ABDI uma agência governamental cujo objetivo é “de promover a execução da política industrial, em consonância com as políticas de ciência, tecnologia, inovação e de comércio exterior” (ABDI, 2016), ela poderia simplesmente ter omitido os aspectos ELSI, dando destaque aos benefícios das nanotecnologias, como poderemos perceber que normalmente acontece nos textos de divulgação científica sobre nanotecnologias que serão abordados no item 1.9, ou como os documentos da política pública sobre nanotecnologias fizeram, mas não o fez, visto que em suas publicações a circulação a respeito dos aspectos ELSI está presente.

Além da ABDI, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), que constitui uma associação privada sem fins lucrativos,

fomentada e supervisionada pelo MCTI, fundada em 2001 e classificada como organização social por meio do Decreto nº 4.078, de 9 de janeiro de 2002, formada por pessoas físicas ou jurídicas, entidades representativas dos setores produtivos, de serviços, de consumidores e da sociedade civil, universidades e institutos de pesquisa e desenvolvimento científico-tecnológico e personalidades de destaque na área científico-tecnológica (CGEE, 2013), também elaborou um documento que apresenta os aspectos ELSI com relação às nanotecnologias denominado “Convergência Tecnológica” que foi publicado no ano de 2008, cujos consultores da obra foram: Tirso W. Sáenz, engenheiro químico, doutor em Ciências, professor e pesquisador associado do Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da Universidade de Brasília (UNB), e Maria Carlota de Souza-Paula, doutora em Ciência Política, professora e pesquisadora associada do CDS/UNB (CGEE, 2008). Esse documento destaca a importância de se analisar as implicações sociais do desenvolvimento das nanotecnologias, bem como um acompanhamento e avaliação de riscos. Na sua síntese o documento apresenta inúmeros itens, dentre os quais o seguinte:

“A necessidade de considerar a dimensão social da CT e seus impactos. A convergência de sistemas tecnológicos na nanoescala tem sido adotada como um objetivo estratégico por vários países, particularmente os Estados Unidos, a União Européia, China e Japão. Os benefícios antecipados e os temores de desvantagens competitivas têm juntado uma ampla gama de partes interessadas, governamentais e não governamentais. Na pressa para entrar e/ou dominar mercados, as promessas maravilhosas da convergência tecnológica são destacadas. Porém, os riscos - embora ainda difíceis de avaliar - são minimizados. Em vista disso, muitas organizações e especialistas questionam se as políticas públicas que estão sendo elaboradas e executadas respondem realmente aos interesses estratégicos da Humanidade ou apenas aos interesses econômicos das empresas e aos interesses de dominação por alguns países.” (CGEE, 2008, p.61-62)

É interessante perceber como o discurso que circula nesse item da síntese aponta alguns itens pertinentes às nanotecnologias já destacados

nas políticas públicas, como entrar logo no mercado para ter maior condição de competitividade, bem como o fato dos riscos serem minimizados, mas levanta o questionamento ao final, sob o ponto de vista de organizações e especialistas, de a que interesses essas políticas públicas podem interessar? Ou seja, questiona as políticas públicas usando o discurso de outros, as organizações e os especialistas, sem precisar com isso assumir a postura de questionamento próprio.

Além dos documentos já citados, a Rede Brasileira de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (RENANOSOMA), criada em 2004, formada por pesquisadores das ciências humanas, trabalhou fortemente com a abordagem dos aspectos ELSI por meio de suas publicações em livros, artigos, blog, além do programa semanal Nanotecnologia do Avesso, exibido via WebTV, e a realização de seminários internacionais sobre nanotecnologias, sociedade e meio ambiente ocorridos anualmente de 2004 a 2010, tendo sido ainda realizado em 2012 e 2015. Desde sua fundação a RENANOSOMA tem sido coordenada pelo sociólogo Dr. Paulo R. Martins, que juntamente com outros autores publicaram em 2007 o livro “Revolução Invisível”, resultado de um projeto de pesquisa aprovado pelo CNPq em 2004, em que eles analisam o desenvolvimento das nanotecnologias no Brasil no período de 2001 a 2006 com base nos editais públicos de chamadas a propostas de projetos e seus respectivos resultados, além da constituição do Programa BrasilNano, do Programa de Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia e dos Fundos Setoriais (MARTINS et al, 2007). Entre outras coisas, no livro foi analisada a proposta de documento para a criação da Rede BrasilNano, rede que

“tem por finalidade fomentar o avanço científico-tecnológico e da competitividade internacional da ciência, tecnologia e inovação brasileiras, o desenvolvimento regional equilibrado, a interação entre centros de pesquisa públicos e privados e empresas, com vistas à formação de recursos humanos, à geração de empregos qualificados, à elevação do patamar tecnológico da indústria nacional e à aceleração do desenvolvimento econômico do País por meio da constituição de redes de pesquisa e desenvolvimento focadas em Nanociência e Nanotecnologia, em suas aplicações inovadoras em produtos e processos nanotecnológicos ou no estudo dos impactos em

políticas públicas, éticos ou ambientais da Nanotecnologia.” (BRASIL, 2004)

A análise da proposta de documento para a criação da rede previa a interação apenas entre os centros de pesquisas e as empresas, sem levar em consideração a participação das diferentes entidades de defesa dos interesses difusos da sociedade, uma vez que o dinheiro para o financiamento provém da arrecadação da sociedade como um todo; também foi analisada a composição do conselho da Rede que não previa a sua constituição de forma paritária entre o Governo e sociedade tal que

“Em síntese, o resultado é que apenas o Estado e a iniciativa privada estão representados nesse conselho e, como tais, influenciarão os rumos do desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil. Registre-se, ainda, que a área de C&T no âmbito do Estado tem sido dirigida por pessoas que desenvolveram suas carreiras profissionais em universidades e institutos de pesquisas e que podem ser referenciadas enquanto representantes da “comunidade científica brasileira”. Portanto, quer seja como representantes do Estado brasileiro ou como pesquisadores, a “comunidade científica” é quem, majoritariamente, vem determinando e pretende continuar a determinar o desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia no Brasil. A razão central para este comportamento é que “só deve participar das decisões quem entende do assunto”.

Neste contexto, a sociedade só serve para arrecadar impostos e gerar os recursos para a realização das pesquisas neste campo da ciência. Para definir seus rumos, para isto a sociedade não serve, na medida em que seus representantes não entendem do assunto, este, sim, coisa para especialistas.” (MARTINS et al., 2007, p.39)

Fica evidente a crítica quanto à não participação da sociedade na composição do conselho que, composto apenas pelo Estado e a iniciativa privada, tenha a tendência de dar continuidade às políticas públicas já apontadas anteriormente, e consequentemente os componentes ELSI tendem a ficar em segundo plano no financiamento de projetos.

Apesar da evidente importância na investigação dos aspectos legais, sociais, éticos e dos riscos das nanotecnologias, as políticas públicas no Brasil acabaram por privilegiar o desenvolvimento da pesquisa voltada para o suposto desenvolvimento do país associado apenas à indústria, e consequentemente, esses pesquisadores acabam representando as vozes legitimadas para falar sobre nanotecnologias determinando assim o discurso predominante que circulou nas publicações nacionais referentes à divulgação científica em nanotecnologias e nas informações gerais que circularam sobre o tema, analisadas no item a seguir.

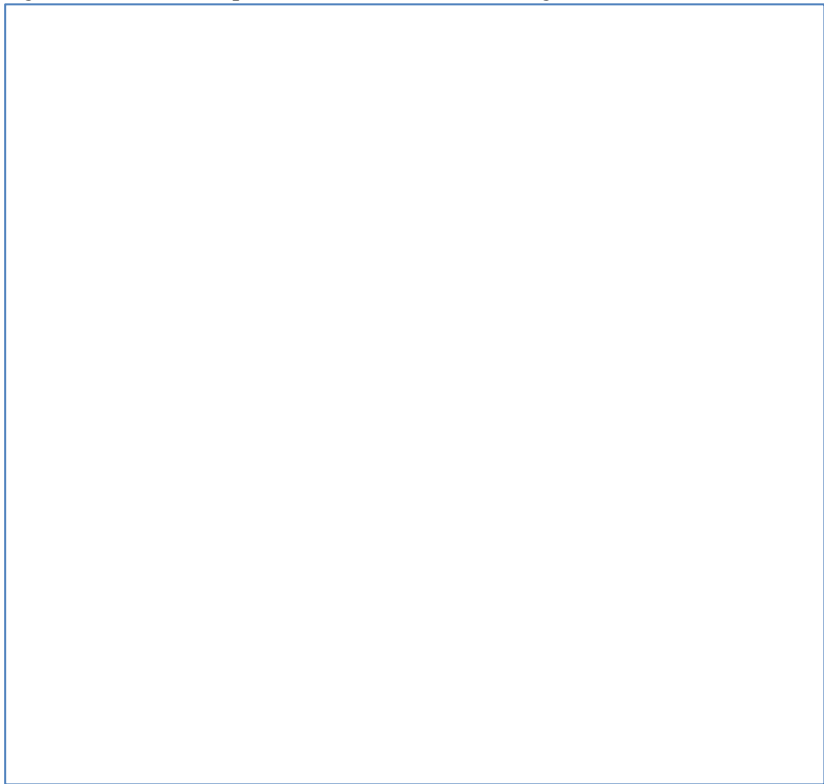
### **1.5 O desenvolvimento do mercado de nanotecnologias no mundo, no Brasil e na agropecuária brasileira**

Os produtos que incorporam nanotecnologias representam, segundo a ABDI (2010b), um mercado de negócios bem representativo, atingindo a marca de US\$ 135 bilhões em 2007, com estimativa de alcançar US\$ 693 bilhões até o final de 2012 e cerca de US\$ 2,95 trilhões em 2015. Uma parcela significativa do crescimento do mercado de nanotecnologias não se deve a produção de nanomateriais básicos, mas sim, da capacidade de transformação desses nanomateriais básicos em produtos de alto valor agregado, principalmente em segmentos como o farmacêutico, o de cosméticos e o de semicondutores (BERGMANN, 2008; RAMOS; PASA, 2008; RANGEL, 2008; MARTINS; TRINDADE, 2012; GARVIL; ARANTES; GOUVEIA, 2013; BATISTA; PEPE, 2014; PISCOPO et al, 2015). A título de exemplo, segundo a ABDI (2010b), um décimo de grama de um determinado nanomaterial que custa US\$ 0,01, pode ser incluído em um medicamento que custa US\$ 100 a dose.

Fundado em 2005, o “The Project on Emerging Nanotechnologies – PEN” constitui um projeto sobre nanotecnologias emergentes que conta com a colaboração de pesquisadores (governo, indústria, organizações não governamentais (ONG’s), políticos e outros) que procuram identificar as lacunas no conhecimento e nos processos regulatórios e assim desenvolver estratégias para saná-los (PEN, 2016). O PEN produziu o primeiro inventário on-line disponível ao público de produtos de consumo baseados em nanotecnologias, e em outubro de 2013 (PEN, 2016), esse inventário contava com 1.608 produtos ou linhas de produtos distribuídos por região, como podemos verificar, respectivamente, na Figura 5 e Figura 6 a seguir.

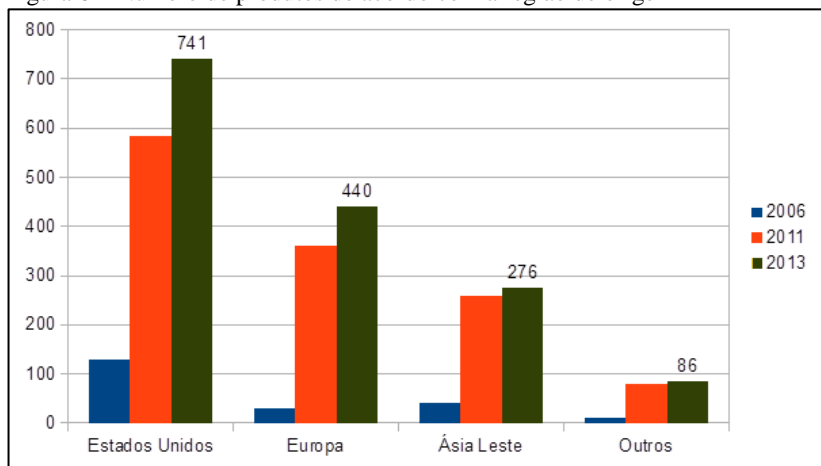


Figura 5 – Número de produtos de acordo com a categoria



Fonte: PEN, 2016.

Figura 6 – Número de produtos de acordo com a região de origem

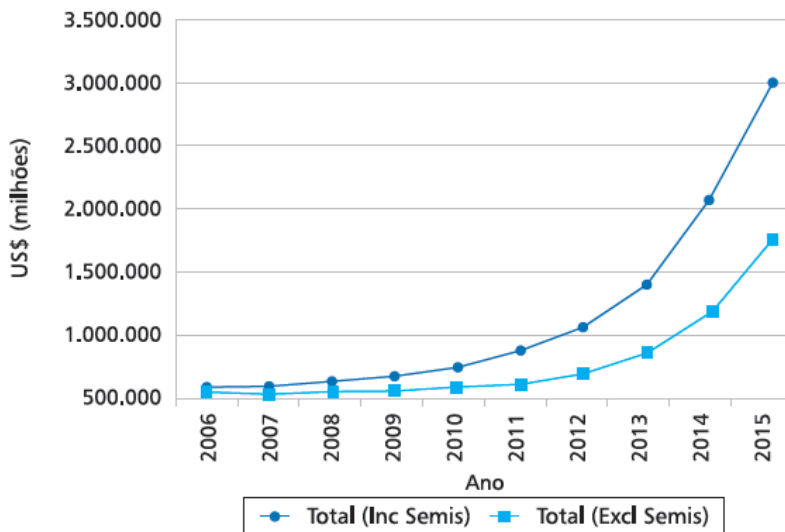


Fonte: PEN, 2016.

Com o financiamento de pesquisas e estudos envolvendo nanotecnologias cada vez maior, e agregando a isso o desenvolvimento de produtos que usam materiais nanotecnológicos, o crescimento do mercado nanotecnológico estimava atingir, segundo a ABDI (2010b), o valor de US\$ 1 trilhão em 2013 caso fossem incluídos os segmentos de semicondutores e eletrônicos, ao passo que se esses segmentos fossem excluídos, este valor de mercado seria atingido em 2015, como podemos observar a projeção na Figura 7 a seguir.

No Brasil, por sua vez, o número de empresas que incorporam nanotecnologias em produtos ou processos, ou que fabricam nanomateriais, nanointermediários ou nanoferramentas, ainda é reduzido, fato esse relacionado com o número de patentes em nanotecnologias serem pouco expressivas no Brasil, quando comparado a países como Taiwan, China, Índia e Coreia, por exemplo (ABDI, 2010b).

Figura 7 - Crescimento do mercado global de nanotecnologias: 2006-2015



Fonte: ABDI, 2010b.

Na Tabela 3, a seguir, são apresentados alguns dos produtos, envolvendo nanotecnologias, desenvolvidos no Brasil, bem como a empresa responsável pelo desenvolvimento, uma descrição do produto e sua respectiva aplicação, de acordo com dados divulgados pelo MCT em 2007, e sintetizados na publicação da ABDI (2010b). Destacamos na tabela o primeiro produto, pois o mesmo constitui o tema central dos materiais textuais escolhidos para a análise nessa pesquisa dentro de um recorte realizado sobre o tema da nanotecnologia, sendo desenvolvido pela Embrapa, que possui uma ligação forte com o setor da agropecuária no Brasil.

Tabela 3 – Produtos de nanotecnologias desenvolvidos no Brasil

Produto	Empresa	Descrição	Aplicação
Língua Eletrônica	Embrapa	Sensor gustativo	Avalia a qualidade de líquidos e identifica sabores.
Grafite	Faber Castell	Lápis com nanopartículas Organometálicas adicionadas	Mais resistência, maciez e intensidade de cor.
n-Domp	Ponto Quântico	Dosímetro de raios UV	São três camadas de filmes finos: - A primeira guarda as

			informações da dose de UV; - A segunda permite a leitura da dose; e - A terceira bloqueia interações com água.
Biphor	Bunge	Tinta branca com nanopartículas de fosfato amorfo de alumínio	Substitui o dióxido de titânio, que é tóxico, sendo não tóxico, mais barato e dando maior durabilidade.
Prótese Arterial	Nano Endoluminal	Endoprótese para cirurgia aórtica	Sistema nanoestruturado que diminui o tempo de internação dos pacientes.
True Life Silpure	Diklatex	Nanopartículas de prata aderidas ao tecido	Evita o mau odor, a descoloração do tecido e manchas.
Secador de cabelos	Nanox/TAIFF	Primeiro secador de cabelo desenvolvido à base de nanotecnologia	Nanopartículas de titânio que eliminam bactérias e fungos do ar.
Sistema de liberação controlada de drogas	Nanocore	Nanocápsulas	Menores concentrações e toxicidade; maior efetividade da droga; efeito terapêutico local.
Taubarez T 940	Indústrias Químicas de Taubaté	Dispersão aquosa aniônica de copolímero de estireno butadieno carboxilado	Utilizado como um polímero barreira em cartões e papel (embalagens), para água e óleo.
Revestimentos	Nanox Tecnologia S.A.	Revestimentos nanoestruturados	Resistência a altas temperaturas, corrosão, contaminação biológica, água, produtos químicos. Aumentam em 100% a vida útil do equipamento. Aplicação no setor petroquímico, farmacêutico, automobilístico e da construção civil.
Vitactive nanoserum antissinais	O Boticário	Nanocosmético	Possui sistema de “liberação direcionada” dos ingredientes ativos nas camadas da pele: Comucel (complexo antienvelhecimento); Prio-in

			(complexo antioxidante); Lumiskin® (clareador e atenuador de olheiras) e vitaminas A, C e K.
CVdentus	CVD	Ponta odontológica Ultrassônica constituída de uma pedra única de diamante depositada por CVD (Chemical Vapor Deposition)	Alta durabilidade; silencioso, indolor, preciso; ausência de sangramento (não corta tecido mole); não agressivo ao meio ambiente.
Nanocompósitos de polipropileno e polietileno	Braskem	Nanocompósitos	Aplicação no setor de embalagens, automobilístico, engrenagens, máquinas e equipamentos, eletroeletrônicos, eletrodomésticos etc.; Maior durabilidade, resistência ao calor, impermeabilidade à umidade e óleo.

Fonte: ABDI, 2010b, p.89-90.

Possuindo equipamentos de grande e médio porte, o Brasil conta com um parque instrumental significativo, constituído por ação direta do Ministério da Ciência e Tecnologia e por meio de vários programas federais e estaduais, cujos recursos usados na aquisição resultaram de financiamentos de agências federais e, em muitos casos, financiamentos de Fundações Estaduais de Apoio à Pesquisa. Os equipamentos usados, geralmente, na caracterização de nanomateriais são os microscópios eletrônicos de transmissão, microscópios eletrônicos de varredura, microscópios de força atômica, sistemas para nanolitografia, etc. (ABDI, 2010b). No Brasil há uma série de instituições públicas equipadas com esses equipamentos cujo uso principal se dá na pesquisa básica. Na Tabela 4 a seguir, apresentamos as instituições com uma breve apresentação de suas atividades e seus respectivos endereços eletrônicos para acesso.

Tabela 4 - Instituições científicas e tecnológicas com equipamentos de médio e grande porte para nanocaracterização

Instituição	Apresentação e endereço eletrônico
Ceitec	<p>O Centro Nacional em Tecnologia Eletrônica Avançada (Ceitec) é um centro independente de excelência em tecnologia eletrônica, especializado no desenvolvimento e produção de circuitos integrados de aplicação específica (ASICs). Na forma de centro multiusuário, o Ceitec colabora com o desenvolvimento de produtos e processos no campo da microeletrônica, com destaque para os setores de telecomunicações, informática, entretenimento, eletrônica embarcada e de consumo.</p> <p><a href="http://www.ceitecmicrosistemas.org.br/portal/">http://www.ceitecmicrosistemas.org.br/portal/</a></p>
CenPRA	<p>O Centro de Pesquisas Renato Archer é uma instituição do Ministério da Ciência e Tecnologia. Tem a finalidade de desenvolver e implementar pesquisas científicas e tecnológicas no setor de informática.</p> <p><a href="http://www.cenpra.gov.br/">http://www.cenpra.gov.br/</a></p>
Embrapa – LNNA	<p>Na Embrapa, foi iniciado em abril de 2006 a construção do Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio.</p> <p><a href="https://www.agropediabrasilis.cnptia.embrapa.br/web/agronano-rede/lnna">https://www.agropediabrasilis.cnptia.embrapa.br/web/agronano-rede/lnna</a></p>
LNLS	<p>O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) é um laboratório aberto a usuários do Brasil e do exterior, que oferece condições excepcionais para os cientistas realizarem pesquisas com nível de competitividade mundial. Mantido com recursos financeiros do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), o laboratório possui uma infraestrutura que inclui as linhas de luz com estações experimentais instaladas na fonte de luz síncrotron, microscópios eletrônicos de alta resolução, microscópios de varredura de ponta e espectrômetros de massa e ressonância magnética nuclear.</p> <p><a href="http://www.lnls.br">http://www.lnls.br</a></p>
IMMP	<p>O Instituto Multidisciplinar de Materiais Poliméricos congrega uma rede de pesquisadores das áreas de química, física e engenharia que atua, de forma coordenada, em pesquisas e aplicações de propriedades elétricas e/ou ópticas de materiais poliméricos. Os estudos são dirigidos especialmente à área de dispositivos eletrônicos, optoeletrônicos, fotônicos e eletroacústicos, biopolímeros aplicados à medicina e às propriedades de isolamento em redes de distribuição de energia.</p> <p><a href="http://www.if.sc.usp.br/~immp/">http://www.if.sc.usp.br/~immp/</a></p>
Labnano	<p>Laboratório multiusuário sediado no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).</p> <p><a href="http://www.cbpf.br/~labnano/">http://www.cbpf.br/~labnano/</a></p>

Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, atua em diversas áreas, tendo recentemente recebido investimentos na área de nanotecnologia. <a href="http://www.inmetro.gov.br">http://www.inmetro.gov.br</a>
Instituto de Nanociências	O Instituto é formado por mais de setenta pesquisadores trabalhando nos seguintes tópicos em nanociências: (i) nanotubos de carbono e sistemas análogos; (ii) propriedades magnéticas de materiais nanoestruturados; (iii) compósitos e nanoestruturas orgânico/inorgânicos; (iv) nanoestruturas semicondutoras, supercondutoras, e metálicas; e (v) biomoléculas. <a href="http://www.fisica.ufmg.br/docs/nanoci/nanoproj.html">http://www.fisica.ufmg.br/docs/nanoci/nanoproj.html</a>
Cetene	O Cetene atua como agente promotor para formação de uma ampla rede de competências constituída por pesquisadores com destacada atuação nas áreas da nanotecnologia. O objetivo é estabelecer produtos ou serviços nanotecnológicos a partir do conhecimento acumulado e gerado pelas instituições de pesquisas. A ação do Cetene em busca de geração e transferência de nanotecnologias ao setor produtivo se consolida com a criação do seu Núcleo de Referência em Nanotecnologia do Nordeste. O Núcleo conta com vários grupos de pesquisadores associados distribuídos por diversas instituições de pesquisas da região Nordeste. <a href="http://www.cetene.gov.br">http://www.cetene.gov.br</a>

Fonte: ABDI, 2010b.

Destacamos na tabela o LNNA da Embrapa, visto que o mesmo é responsável por grande parte do desenvolvimento das nanotecnologias para a agropecuária e responsável pelo desenvolvimento do dispositivo da “língua eletrônica” que constitui o tema central dos materiais que compõem o *corpus* principal. Nesse setor, as nanotecnologias podem possibilitar oportunidades promissoras na melhoria da competitividade e do desempenho de processos e produtos agropecuários em várias áreas, além da agregação de valor a produtos e o aproveitamento de nichos de mercado específicos (MATTOSO, 2005).

Para a agropecuária, a importância das nanotecnologias começa já no início das cadeias produtivas, através da melhoria do desempenho, da eficiência e economias de insumos (pesticidas, herbicidas, fertilizantes, etc.), através do desenvolvimento de nanopartículas e nanoencapsulação para liberação controlada de fertilizantes e pesticidas em solos e também através de fármacos para uso veterinário (MATTOSO; MEDEIROS; NETO, 2005; MORAES, 2007; FURLANETTO, 2011; CARNIEL, 2013; RESCH; FARINA, 2015). Contudo, o potencial das

nanotecnologias não se restringe apenas à cadeia produtiva, apresentando enorme potencial na conservação de frutas através de filmes comestíveis que utilizam nanopartículas, além do desenvolvimento de sensores eletrônicos para aferição da qualidade de produtos (GRUPO ETC, 2005; MATTOSO, 2005; SAVANACHI, 2008; LACOMBE, 2009; BRANDÃO et. al., 2011).

No Brasil a maior referência em pesquisa e desenvolvimento no setor agropecuário é a Embrapa, estando envolvida também na pesquisa e desenvolvimento de nanotecnologias para a agropecuária, através do LNNA, criado em abril de 2006 (SILVA, 2006) em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), cujas principais linhas de pesquisas contempladas incluem

“o desenvolvimento de sensores e biosensores, aplicados ao controle de qualidade, certificação e rastreabilidade de alimentos; caracterização e síntese de novos materiais, como polímeros e materiais nanoestruturados com propriedades específicas; filmes finos e superfícies para fabricação de embalagens inteligentes, comestíveis; e superfícies ativas; nanopartículas, compósitos e fibras para o desenvolvimento de materiais reforçados, usando produtos naturais, como fibras de sisal, juta, coco e outras para aplicações industriais; nanopartículas orgânicas e inorgânicas para liberação controlada de nutrientes e pesticidas em solos e plantas, de fármacos para uso veterinário; nanobiotecnologia-para caracterização de material genético e nanomanipulação gênica; caracterização de materiais de interesse do agronegócio para obtenção de informações inéditas sobre partículas de solos e plantas, bactérias e patógenos de interesse agrícola.” (EMBRAPA, 2006)

No final do ano de 2006 (EMBRAPA, 2009) foi criada a Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio (Rede AgroNano), no qual estavam “envolvidos 64 pesquisadores de 28 instituições, sendo 19 unidades da Embrapa e 17 centros acadêmicos de excelência no país” (EMBRAPA, 2009). À época, a rede iria atuar em três linhas de pesquisa: sensores e biosensores para monitoramento de processos e produtos; membranas de separação e embalagens biodegradáveis, bioativas e inteligentes; novos usos de produtos agropecuários.



O LNNA foi instalado na unidade da Embrapa Instrumentação Agropecuária, no município de São Carlos (SP), em um espaço físico já existente na época, ocupando uma área de 700 metros quadrados (EMBRAPA, 2006), e em 28 de maio de 2009 (EMBRAPA, 2009) inaugurou o espaço físico exclusivo para o LNNA. Esse espaço físico sofreu uma ampliação e teve a inauguração do chamado Módulo de Integração em 10 de agosto de 2013 (EMBRAPA, 2013), totalizando 2.300 metros quadrados de área construída.

Com essa ampliação, o LNNA passou a integrar o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia (SisNANO<sup>11</sup>), implicando assim em

“ter prioridade nas Políticas Públicas de apoio à infraestrutura de laboratórios e formação de recursos humanos altamente qualificados, de acordo com as diretrizes da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) e associadas ao Plano Brasil Maior (PBM).” (EMBRAPA, 2013)

Como resultado de anos de pesquisa desenvolvida pela Embrapa no LNNA, uma série de produtos já foram desenvolvidos, como por exemplo, embalagens ativas e coberturas comestíveis para a preservação da qualidade de frutas e hortaliças, catalisadores nanoestruturados para a degradação de compostos poluentes em água, sistemas de liberação controlada de insumos, nanocompósitos a partir de estruturas naturais, etc. (EMBRAPA, 2012), e com destaque especial, o desenvolvimento de um sensor gustativo para avaliação de bebidas, denominado “língua eletrônica”, que nessa pesquisa foi tomado como foco no recorte realizado dentro do tema das nanotecnologias. O dispositivo da “língua eletrônica” da Embrapa possui registro de patente internacional (EMBRAPA, s.d), o que demonstra o potencial das pesquisas desenvolvidas em nanotecnologias pela Embrapa no LNNA. No capítulo 4, onde será desenvolvida a análise dos materiais textuais que

---

<sup>11</sup> “O SisNANO é um sistema de laboratórios direcionados à pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I) em nanociências e nanotecnologia, tendo como característica essencial o caráter multiusuário e de acesso aberto, mediante submissão de propostas de projetos de P,D&I ou de requisição de serviços”. (BRASIL, 2016)

Disponível em: <<http://www.mcti.gov.br/sisnano>>. Acesso em 11 abr. 2016.

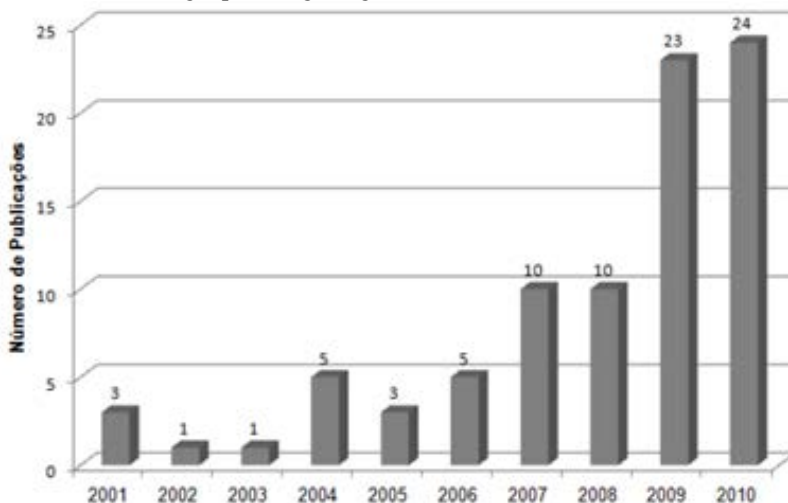
constituem o *corpus* principal, o conhecimento acerca do dispositivo da “língua eletrônica” será aprofundado.

Destacamos aqui que o LNNA é responsável por um grande número de publicações, das mais variadas possíveis, abrangendo: notas técnicas, boletins informativos, fôlderes, notícias, livros, artigos, etc., sendo assim responsável por grande parte da produção de conhecimento gerado na área de nanotecnologias para a agropecuária, bem como pela circulação desses conhecimentos através dessas publicações nas mais diferentes esferas da sociedade, que acabam por constituir o LNNA como uma entidade de referência no assunto.

## 1.6 A produção científica em nanotecnologias no Brasil e no mundo

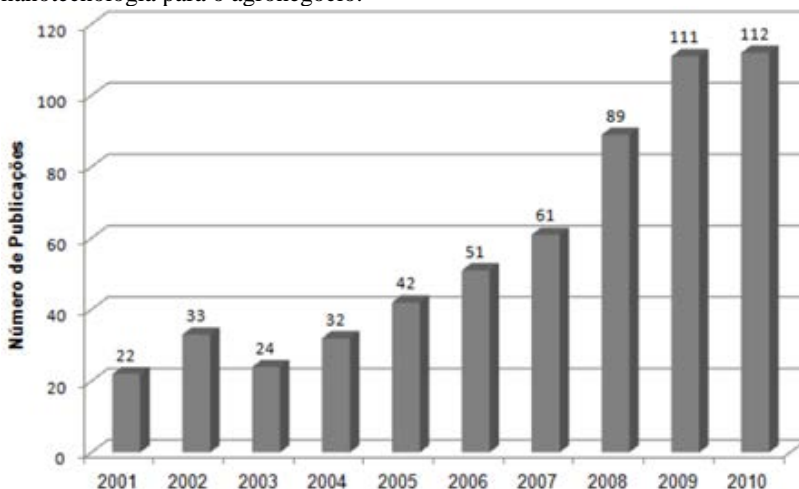
Puerta (2012) indica que o número de publicações brasileiras sobre nanotecnologia para o agronegócio no ano de 2001 na base de dados Web of Science (WoS) e na Cab Abstracts foram de 3 e 22, respectivamente, como podemos observar na Figura 8 e Figura 9 a seguir, sofrendo um aumento significativo no número de publicações durante a década apontada na pesquisa.

Figura 8 – Gráfico do número de publicações brasileiras na Web of Science sobre nanotecnologia para o agronegócio.



Fonte: Puerta, 2012.

Figura 9 – Gráfico do número de publicações brasileiras no Cab Abstracts sobre nanotecnologia para o agronegócio.



Fonte: Puerta, 2012.

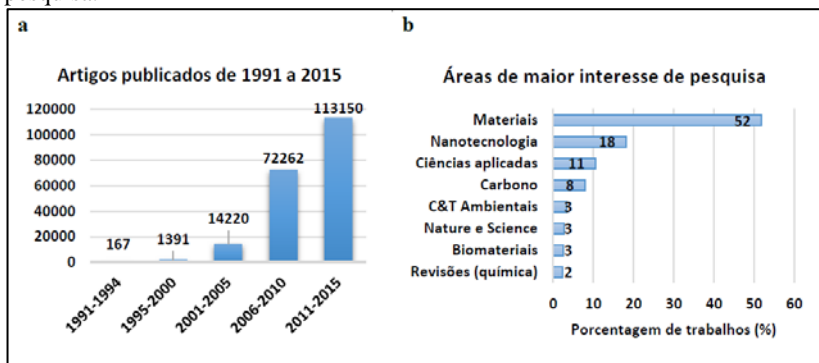
Ainda neste trabalho de Puerta (2012), podemos observar uma série de outros dados de grande relevância para a pesquisa brasileira sobre nanotecnologias para o agronegócio, como por exemplo, a posição de destaque do Brasil com relação ao número de publicações na lista de países (período 2001-2010), estando na 8ª posição na WoS e na 5ª posição na Cab Abstracts, bem como estando a USP na 6ª posição entre as Instituições com maior número de publicações na WoS, com 36 publicações, e na 9ª posição com o número de publicações na Cab Abstracts. Ainda são apresentadas nesse trabalho informações sobre outras instituições nacionais que tiveram publicações indexadas às duas bases de dados citadas.

Essa dissertação (Puerta, 2012) serve como um bom ponto de partida para se entender quem são as instituições nacionais que pesquisam, e consequentemente publicam nessas bases de dados, o que elas pesquisam, bem como quem são os pesquisadores das respectivas instituições, além de possibilitar uma boa compreensão sobre as nanotecnologias, tanto em âmbito nacional quanto internacional, sobre o setor do agronegócio brasileiro.

Macone (2015) realizou, entre outras coisas, uma análise sobre a produção científica mundial, em sua maioria artigos, envolvendo nanociência e nanotecnologias, no período entre 1991 a 2015,

identificando também as áreas de maior interesse de pesquisa como podemos verificar na Figura 10 a seguir.

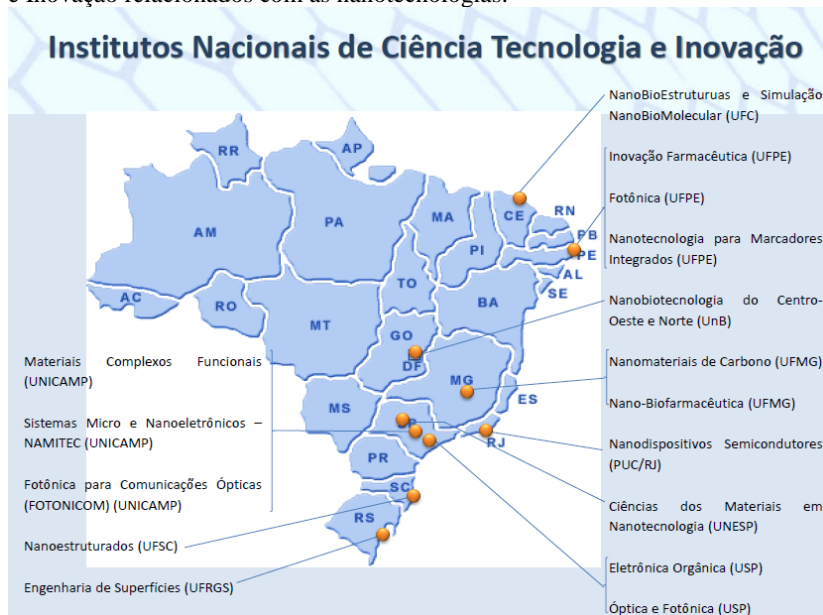
Figura 10 - Gráficos de produção científica. a) Número de trabalhos publicados de 1991 a 2015 envolvendo nanomateriais e b) Áreas de maior interesse da pesquisa.



Fonte: Marcone, 2015.

Outro trabalho muito interessante e rico em informações sobre nanotecnologias no Brasil foi desenvolvido por Francine Barbosa Silva, analista em Ciência e Tecnologia (C&T) do MCTI. Segundo Silva (2012), a implantação do primeiro programa nacional em nanotecnologias no Brasil foi no ano de 2004. Nesse mesmo trabalho ela apresenta uma lista com dez produtos promissores que incorporam Nanotecnologias, no período 2000-2010, bem como uma lista com doze tendências em Nanotecnologias para 2020. Apresenta também um mapa do Brasil com os Institutos Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação relacionados com a nanotecnologia, como podemos observar na Figura 11 a seguir.

Figura 11 – Mapa do Brasil com os Institutos Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação relacionados com as nanotecnologias.



Fonte: Silva, 2012.

Outras informações relacionadas à Nanotecnologia no Brasil são apresentadas neste trabalho de SILVA (2012), rico em imagens coloridas de ótima qualidade que podem ser trabalhadas de inúmeras maneiras no ensino.

Em nível de graduação, o Brasil possui três cursos:

... destinados a formar graduados para atuar na área de nanotecnologia: Bacharelado em Nanotecnologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Bacharelado em Física: Materiais e Nanotecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Engenharia em Nanotecnologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). Os cursos foram implantados em 2009 (UFRJ), 2010 (UFRGS) e 2011 (PUC-RJ). (LAURETH e INVERNIZZI, 2012, p.211)

## 1.7 A divulgação científica sobre nanotecnologias

Ao analisarmos os aspectos da circulação de conhecimentos sobre as nanotecnologias perceberemos uma estreita relação com as políticas públicas do país em relação às nanotecnologias, analisadas no item anterior, que ao delinear o rumo das pesquisas, acabam consequentemente delineando também as publicações desses pesquisadores, e assim, a divulgação científica do que é pesquisado no país. Essa divulgação científica, por sua vez, circulará com características bem específicas, influenciadas pelas políticas públicas, que serão reproduzidas nos mais diferentes meios de circulação do conhecimento, como no caso do *corpus* principal que constitui a análise desta pesquisa, ou seja, definindo o que circula, como circula, quem são as vozes legitimadas para falar sobre as nanotecnologias, que estão diretamente relacionadas com os aspectos da divulgação científica das pesquisas e as respectivas políticas públicas que as financiam.

A necessidade de comunicação da ciência e tecnologia faz parte das políticas de nanotecnologias de muitos países, incluindo o Brasil como verificamos no item 1.4, e o debate político sobre nanociência e nanotecnologias basicamente está dividido entre as visões de promessas e ameaças (KÖRBES, 2013), onde

“os defensores alegam grande potencial econômico e social da nanotecnologia, com características de uma nova revolução industrial; outros demonstram preocupações éticas, sociais e ambientais e com a toxicidade das nanopartículas.” (KÖRBES, 2013, p.99).

Os modelos de comunicação da ciência hoje em dia basicamente são: modelo de déficit de conhecimento e modelo contextual, em que o fluxo da informação se dá em via única, modelo de expertise leiga, que coloca os conhecimentos locais em mesmo nível com os científicos na resolução de problemas, e o modelo democrático, que possibilita aos cidadãos a participação valorizando o diálogo e o engajamento num processo mais democrático com a C&T (COSTA; SOUSA; MAZOCCO, 2010).

Em países europeus, após controvérsias tecnológicas<sup>12</sup> que motivaram uma série de debates no final do século XX e início do século XXI, segundo Körbes (2013) houve uma mudança na comunicação da ciência do modelo de informação em via única para os modelos de participação, diálogo e de engajamento democrático, porém, no Brasil e na América Latina o modelo de comunicação da ciência predominante ainda é o de fluxo unidirecional da informação. Esse modelo de fluxo unidirecional pode ser dividido em dois caminhos, onde em um deles a comunicação se dá dos cientistas para mediadores, em geral jornalistas da mídia de massa, que por sua vez comunica ao público, e outro em que os cientistas comunicam diretamente ao público. Os materiais que constituem o *corpus* principal da análise nessa pesquisa enquadram-se no primeiro caso em que a comunicação se dá dos cientistas para mediadores, com exceção do artigo científico em que a comunicação nesse caso é feito pelos próprios cientistas para os seus pares.

Em se tratando da cobertura sobre nanotecnologias na mídia, segundo Körbes (2013), existe uma ênfase maior nos seus potenciais benefícios nos Estados Unidos da América (EUA) do que no Reino Unido, uma vez que os norte-americanos são mais otimistas quanto às nanotecnologias, adotando uma atitude pró-nanotecnologia, ao passo que os europeus possuem uma preocupação maior com as implicações para o meio ambiente, confiando menos na regulação e dando menor importância para o progresso econômico.

No Brasil, Körbes e Invernizzi (2014) analisaram a abordagem das nanotecnologias em três diferentes tipos de mídias: televisão (TV), jornal e programa de TV pela internet, que atendem a interesses e valores de diferentes grupos sociais. Foram analisadas as reportagens das sessões de ciência do programa de TV aberta Bom Dia Brasil, das Organizações Globo, totalizando cinco reportagens no período de 2008 a 2010; as seções de ciência do jornal Folha de São Paulo, do Grupo Folha, totalizando 19 artigos publicados no mesmo período; 17 dos 86 programas Nanotecnologia do Avesso, promovido pela RENANOSOMA, exibidos no período de 2009 a 2010.

Na análise, as pesquisadoras observaram que no programa Bom Dia Brasil e na Folha de São Paulo “predominam as vozes de pesquisadores das áreas de Ciências Exatas e da Saúde e das

---

<sup>12</sup> As controvérsias tecnológicas estão associadas à tecnologia nuclear (átomos), à biotecnologia (genes) e à ciência e tecnologia em nanoescala. (KÖRBES, 2013)

Engenharias” (KÖRBES; INVERNIZZI, 2014, p. 11), ao passo que no programa Nanotecnologia do Avesso

“predominam os entrevistados (pesquisadores e não pesquisadores) das Ciências Humanas sobre essas áreas, as Exatas aparecem em segundo lugar, seguidas pela área de Ciências Sociais Aplicadas e Multidisciplinar, em terceiro lugar” (KÖRBES; INVERNIZZI, 2014, p. 11).

Körbes e Invernizzi (2014) apontaram que grande parte das reportagens do Bom Dia Brasil e dos artigos da Folha de São Paulo, a definição de nanotecnologia era associada à questão dimensional limitada ao escopo de 1 a 100 nm, transparecendo assim a ideia de algo bem delimitado, sem controvérsias, encorajando assim o incentivo à inovação e ao desenvolvimento tecnológico e a adesão a projetos de pesquisa, interessando desta maneira a empresários e muitos pesquisadores. Já nos programas Nanotecnologia do Avesso, a definição levava em consideração aspectos como a área de superfície e a mudança de comportamento dos materiais na nanoescala, levantando assim a discussão sobre os potenciais riscos ao ser humano e ao meio ambiente, além de implicações sociais, legais e éticas, e a demanda pela aplicação do princípio de precaução e regulação obrigatória.

As autoras observaram também que no programa Bom Dia Brasil, bem como na Folha de São Paulo houve a definição da nanotecnologia

“em relação à sua novidade ou continuidade de processos já existentes na natureza. [...] o telejornal destaca as novidades da nanotecnologia associando-as com a criação de novos objetos materiais, novos produtos com novas funcionalidades e novos serviços com perspectivas de efeitos positivos sobre a competitividade das empresas, a qualidade de vida, a saúde e a preservação do meio ambiente.” (KÖRBES; INVERNIZZI, 2014, p. 13)

Com isso, tanto o programa Bom Dia Brasil quanto o jornal Folha de São Paulo, acabam por apresentar um

“discurso do progresso tecnológico e do determinismo tecnológico que transparece na



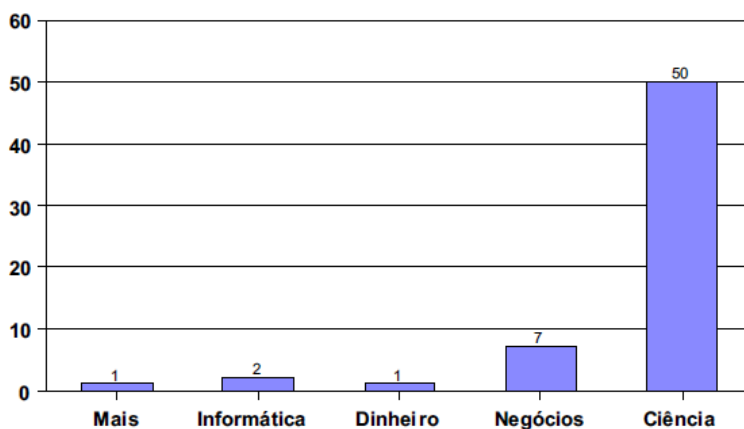
associação linear entre nova tecnologia e benefícios econômicos e sociais” (KÖRBES; INVERNIZZI, 2014, p. 13).

Já no programa Nanotecnologia do Avesso, vários entrevistados admitem que a nanotecnologia possibilite à indústria a busca por novas fronteiras em diferentes ramos, e consequentemente, a possibilidade de

“novas soluções ou novos problemas para a sociedade, tais como: os riscos para a saúde de trabalhadores e de consumidores; os riscos para o meio ambiente e as diversas formas de vida; e os riscos econômicos de investimento em uma tecnologia emergente e seus efeitos sobre o emprego” (KÖRBES; INVERNIZZI, 2014, p. 14).

Amorim (2008) desenvolveu uma pesquisa onde analisou o conteúdo sobre nanotecnologias no jornal Folha de São Paulo no período de 1996 a 2007, totalizando 61 notícias distribuídas por seção, conforme podemos verificar na Figura 12 a seguir.

Figura 12 – Notícias sobre Nanotecnologias por seções do jornal



Fonte: Amorim, 2008.

Amorim (2008) aponta em sua pesquisa, que das 61 notícias analisadas, 7 abordavam os riscos potenciais das nanotecnologias, 49 apresentavam os possíveis benefícios e 5 descreviam algumas descobertas, porém sem o posicionamento quanto aos benefícios ou

prejuízos que as nanotecnologias poderiam trazer para a sociedade, evidenciando

“que a maior parte delas foca na apresentação dos possíveis benefícios da nanotecnologia, sobretudo, na melhora da saúde da população e na possibilidade de desenvolvimento de computadores menores, melhores e mais velozes” (AMORIM, 2008, p.27).

A autora destaca ainda que “é interessante ressaltarmos que mesmo não se tendo consenso sobre os efeitos da nanotecnologia, a ênfase dada é no otimismo de possíveis benefícios” (AMORIM, 2008, p.29).

Invernizzi (2008) realizou uma pesquisa com o objetivo de analisar as visões sobre nanociência e nanotecnologias difundidas através do Jornal da Ciência e-mail (JC), publicado pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), analisando matérias publicadas entre 2002 e 2007, totalizando 262 matérias distribuídas nos principais assuntos de acordo com a Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Artigos sobre nanociência e nanotecnologias publicados no JC, por principal assunto

Principais assuntos	Número de artigos						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Informação geral sobre nano e suas aplicações	7	5	5	7	2	5	31
Políticas de C&T e financiamento da pesquisa	3	12	8	5	1	0	29
Infra-estrutura, pesquisadores e organização da pesquisa	4	0	6	2	8	4	24
Reportes sobre pesquisas estrangeiras	4	4	2	4	3	1	18
Riscos e implicações econômicas, sociais e éticas	0	2	6	3	2	4	17
Reportes sobre pesquisas brasileiras	2	1	3	3	3	1	13

Empresas e mercados	0	0	1	4	3	1	9
Nanotecnologias e público	0	0	0	3	3	2	8
Regulação	0	0	0	1	1	0	2
<b>Sub-Total artigos</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>26</b>	<b>18</b>	<b>151</b>
Informação sobre eventos, cursos, editais, férias, etc.	4	16	30	18	17	26	111
<b>Total de artigos</b>	<b>24</b>	<b>40</b>	<b>61</b>	<b>50</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>262</b>

Fonte: Invernizzi, 2008.

Ao se descartar as notícias que continham apenas informações pontuais sobre editais, cursos, eventos, feiras, etc., restaram 151 artigos, dos quais, segundo Invernizzi (2008), 90 apontam como fonte de informação pesquisadores brasileiros, de forma que, predominantemente, as visões sobre nanociências e nanotecnologias divulgadas nos artigos e publicadas pelo JC acabam por corresponder aos pesquisadores brasileiros, sendo que

“essas visões, com suas promessas, buscam demarcar e legitimar um campo de pesquisa emergente, assegurar financiamento e naturalmente, influenciar o curso de desenvolvimento das próprias trajetórias tecnológicas.” (INVERNIZZI, 2008, p.2)

Gonçalves (2008) realizou uma pesquisa com o objetivo de verificar qual a abordagem da ciência desenvolvida no Brasil tinha destaque na Revista Scientific American Brasil, no período de junho de 2002 a julho de 2006, onde houveram 8 matérias sobre nanotecnologias, destacando-se a primeira edição da revista (junho de 2002), que trouxe como assunto de capa a Nanotecnologia, tendo uma reportagem assinada pelo seu editor, Ulisses Capazzoli, com título: “A ciência do pequeno em busca da maioria” (CAPOZZOLI, 2002).

Entre as conclusões apontadas na pesquisa temos

“que a revista constrói um discurso de divulgação científica ainda muito distante do grande público que, de fato, financia a pesquisa no país. [...] perpetua-se o ciclo do investimento: quem produz mais terá condições de produzir ainda mais, haja vista o número de matérias divulgadas da área das ciências básicas em relação, por exemplo, às

ciências humanas.” (GONÇALVES, 2008, p.27-28)

Após esta revisão sobre as nanotecnologias neste capítulo, exploraremos no próximo capítulo os referenciais teórico-metodológicos que serviram de base para as análises apresentadas no capítulo 4.

## 2. AS NOÇÕES DE FORMAÇÃO DISCURSIVA E DE CIRCULAÇÃO DE CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS

Como o foco deste trabalho reside na análise de textos em seus contextos, e como tratamos fundamentalmente da compreensão de textualizações que remetem aos discursos científico-tecnológicos, as análises realizadas baseiam-se na ideia de produção e tráfego/circulação dos conhecimentos, desenvolvida na abordagem da ciência de Ludwik Fleck, na medida em que para este epistemólogo, “as palavras em si não possuem um significado fixo e recebem seu significado somente no contexto, numa área de pensamento” (FLECK, 2010, p.98). Também nos inspiramos na Análise de Discurso de origem francesa, cuja concepção de linguagem nos parece bastante próxima à de Fleck.

Para Fleck (2010), o conhecimento resulta de uma construção social que implica a existência, manutenção e transformação de coletivos de pensamento, caracterizados por certos estilos de pensamento correspondentes. Ou seja, o conhecimento se dá em uma interação entre o sujeito e o objeto, mediada por uma dimensão que é social e culturalmente determinada e implicada necessariamente em processos de tráfegos, ou circulação. “Fleck foi o primeiro a enfatizar os aspectos históricos e sociais que, somente algumas décadas depois, começaram a ganhar importância para a compreensão da ciência” (FERREIRA, 2012, p.166).

Para Fleck, o “verdadeiro criador da nova ideia” é o “coletivo de pensamento e não o indivíduo.” (FLECK, 2010, p.177). E ainda, “o processo de conhecimento altera o sujeito do conhecimento, adaptando-o harmoniosamente ao objeto do conhecimento” (idem, p.136).

Fleck, em sua obra “Gênese do Desenvolvimento de um Fato Científico” (2010), utiliza o termo tráfego para o sentido de movimento do pensamento/ideias/conhecimento, enquanto que na análise do discurso temos o termo circulação. Com relação à circulação, Oliveira coloca:

“a circulação do conhecimento tem sido bem aceita como categoria interpretativa para aferir o complexo processo de mediação, envolvendo viajantes, correspondências, manuscritos, instrumentos e diversas formas de negociações. Nesse processo há um intercâmbio, mesmo que assimétrico, envolvendo conhecimentos, símbolos e poderes diferentes. Os saberes, produzidos

localmente, não se difundiriam sem essas trocas, apropriações, ressignificações, reinvenções e ajustes” (OLIVEIRA, 2012, p.137).

Dessa forma, neste trabalho, utilizamos tanto a epistemologia de Fleck como a AD como referenciais, portanto, utilizaremos o termo tráfego quando estivermos nos referindo diretamente às concepções de Fleck, e o termo circulação nas demais situações.

O estilo de pensamento, como coloca Fleck (2010), consiste numa determinada atmosfera e sua realização. Segundo o autor

Podemos definir o estilo de pensamento como percepção direcionada em conjunção com o processamento correspondente no plano mental e objetivo. Esse estilo é marcado por características comuns dos problemas, que interessam a um coletivo de pensamento; dos julgamentos, que considera como evidentes e dos métodos, que aplica como meios do conhecimento. É acompanhado, eventualmente, por um estilo técnico e literário do sistema do saber. (FLECK, 2010, p.149)

Para Fleck (2010, p.154), “sempre temos um coletivo de pensamento, quando duas ou mais pessoas trocam ideias”. A produção, manutenção e transformação dos conhecimentos se dão necessariamente pelos tráfegos tanto no interior de um mesmo coletivo quanto entre diferentes coletivos de pensamento.

Determinados coletivos de pensamento, bem estabilizados, cultivam certo fechamento na sua forma e no seu conteúdo, mesmo que não seja de maneira absoluta, através de dispositivos legais e costumários, vocabulário peculiar ou linguagens específicas, em alguns casos. Para que um sujeito passe a integrar um coletivo de pensamento, em especial aqueles em que o fechamento se dá em termos de conteúdo, existirá “um tempo de aprendizagem durante o qual acontece uma sugestão puramente autoritária de ideias, que não pode ser substituída por uma estrutura “universalmente racional”” (FLECK, 2010, p.155).

A estrutura geral do coletivo de pensamento possui uma dinâmica de funcionamento representada pelos círculos esotérico e exotérico. O esotérico representaria um círculo formado pelos especialistas naquela problemática ou área, representando um pequeno grupo, enquanto que o

exotérico seria formado pelos leigos, mais ou menos instruídos na área, representando um grupo maior e menos seletivo. Assim temos que

“um coletivo de pensamento consiste em muitos desses círculos que se sobrepõem, e um indivíduo pertence a vários círculos exotéricos e a poucos círculos esotéricos” (FLECK, 2010, p.157).

A produção, manutenção e transformação de conhecimentos, como já foi colocado, mas é importante enfatizar, está necessariamente ligada aos tráfegos ou circulação de ideias dentro dos círculos e entre um círculo e outro. Assim,

O círculo exotérico não possui relação imediata com aquela formação de pensamento, mas apenas através da intermediação do círculo esotérico. A relação da maioria dos participantes do coletivo de pensamento com as formações do estilo de pensamento reside, portanto, na confiança nos iniciados. Mas até esses iniciados não são, de maneira alguma, independentes: dependem mais ou menos, de maneira consciente ou inconsciente, da “opinião pública”, isto é, da opinião do círculo exotérico. Dessa maneira surge, de modo geral, o fechamento interno do estilo de pensamento e sua tendência à persistência. (FLECK, 2010, p.157)

Para Fleck (2010), o processo de produção do conhecimento é interativo, ou melhor, comunicativo.

Apesar dos círculos exotérico e esotérico serem formados por indivíduos em posições diferentes, ocorre tráfego de pensamentos entre eles, constituindo a própria produção do conhecimento, caracterizando assim a circulação intracoletiva, dentro de um mesmo estilo de pensamento, e a circulação intercoletiva, entre diferentes estilos de pensamentos.

Um indivíduo sempre pertence a mais de um coletivo de pensamento e participa da circulação intracoletiva de pensamentos/ideias, ocorrida no interior de um coletivo de pensamento, e assim esse sujeito "precisa aprender e compartilhar os conhecimentos e práticas do estilo de pensamento vigente" (LORENZETI; MUENCHEN; SLOGO, 2011, p.3). Na circulação intracoletiva ocorre a manutenção do estilo de pensamento.

A circulação intercoletiva de ideias, por sua vez, ocorre entre dois ou mais distintos coletivos de pensamento, e tem papel fundamental na extensão ou transformação do estilo de pensamento, uma vez que "toda circulação intercoletiva de ideias tem por consequência um deslocamento ou transformação de valores dos pensamentos" (FLECK, 2010, p.156). Tendo isso como base, temos que

... a comunicação não ocorre nunca sem transformação e sem que se produza uma remodelação de acordo com o estilo, que intracoletivamente se traduz em um reforçamento e intercoletivamente em uma mudança fundamental do pensamento comunicado (LORENZETI; MUENCHEN; SLONGO, 2011, p.3).

Com base em Fleck, "o estilo de pensamento é o direcionador do modo de pensar e agir de um grupo de pesquisadores de determinada área do conhecimento" (LORENZETI; MUENCHEN; SLONGO, 2011, p.3).

Fleck (2010) compreende diferentes noções de ciência no funcionamento de um coletivo de pensamento. E associa essas ciências a formas textuais características, ou seja, a diferentes textualizações do estilo de pensamento coletivo.

Os coletivos que caracterizam a ciência moderna ocidental possuem a mesma estrutura geral, onde o círculo esotérico será ocupado, no seu centro, pelo pesquisador altamente qualificado e, afastado do centro, em sua periferia, pelos pesquisadores que trabalham com problemas afins, constituindo a ciência especializada, e o círculo exotérico será constituído pelos "leigos mais ou menos instruídos" (FLECK, 2010, p.165), constituindo a ciência popular, onde, forma-se uma diferença entre o saber especializado e o saber popular. Com relação à ciência popular, "a noção utilizada por Fleck está mais próxima do que se entende hoje como cultura científica" (OLIVEIRA, 2012, p.132), ou divulgação científica.

Segundo Fleck (2010), é a ciência popular que completa a maior parte das áreas do saber de cada pessoa, inclusive do profissional mais cauteloso que a ela deve muitos conceitos, representando assim um fator de impacto genérico de qualquer conhecimento devendo "ser considerada como um problema epistemológico" (FLECK, 2010, p.165). Para o autor, esta é a "ciência para os não especialistas, ou seja,



para círculos amplos de leigos adultos com formação geral” (FLECK, 2010, p.166), não devendo ser vista como ciência introdutória, tendo como marcas mais importantes o fato de ser uma “ciência simplificada, ilustrativa e apodítica” (FLECK, 2010, p.166). Dessa maneira, para o autor,

“... fecha-se o círculo da dependência intracoletiva do saber: a partir do saber especializado (esotérico), surge o saber popular (exotérico). Este se apresenta, graças à simplificação, ao seu caráter ilustrativo e apodítico, de uma forma segura, mais bem acabada e sólida. O saber popular forma a opinião pública específica e a visão de mundo, surtindo, dessa forma, um efeito retroativo no especialista.” (FLECK, 2010, p.166)

Outras características da textualização da ciência popular, ou divulgação científica, são: a ausência de detalhes e, principalmente, a ausência de polêmicas, uma “execução esteticamente agradável, viva e ilustrativa e uma avaliação apodítica, uma simples aprovação ou reprovação de determinados pontos de vista” (idem, p.166). A certeza, convicção e plasticidade surgem também somente na ciência popular (idem, p.168). O objetivo da ciência popular seria a visão de mundo e ela tem o importante papel de fechar o ciclo de dependência intracoletiva do saber. A textualização da ciência popular apaga os condicionamentos históricos e sociais do pensamento gerando uma convicção que possui um efeito retroativo no especialista.

Além da ciência popular temos também a ciência especializada, que por sua vez, é composta pela ciência dos periódicos, caracterizada pela marca do provisório e pessoal (FLECK, 2010), cuja aspiração é ingressar na ciência dos manuais. Para Fleck

“A ciência dos periódicos, provisória, incerta, não aditiva e marcada por aspectos pessoais, que apresenta sinais soltos e arduamente elaborados de uma resistência ao pensamento, transforma-se primeiro, em virtude da migração intracoletiva de pensamentos, na ciência dos manuais.” (FLECK, 2010, p.173)

É importante notar que as características que o autor aponta como sendo dessas diferentes ciências são as características de seus

respectivos textos. Assim, ao fazer uma análise da estrutura do coletivo de pensamento da ciência moderna Fleck está descrevendo simultaneamente as características de suas diferentes textualizações, quais sejam, grosso modo, a textualização dos periódicos, a dos manuais, a dos livros didáticos e a da ciência popular. A ciência dos manuais, que também constitui a ciência especializada, e que se caracteriza por ser impessoal, sistemática e assegurada, não sendo resultado da simples soma ou seriação de trabalhos isolados em periódicos (FLECK, 2010), mas sim de um processo que nasce de trabalhos isolados que acabam por determinar as diretrizes para a pesquisa posterior, através do tráfego esotérico de pensamento, ou seja, “na discussão entre especialistas, mediante entendimento e desentendimento recíproco, mediante concessões mútuas e pressões recíprocas que se polarizam em posturas obstinadas” (FLECK, 2010, p.173). Fleck ainda destaca que

“No sistema ordenado de uma ciência, da maneira como um manual o apresenta, uma proposição se apresenta por si só com muito mais certeza e muito mais caráter comprobatório do que na exposição fragmentária dos periódicos. Torna-se uma determinada coerção de pensamento.” (FLECK, 2010, p.175)

Fleck está se referindo a características textuais, ou seja, que podem ser identificadas nas formas de suas sentenças e na estrutura de seus textos. Em sua essência, o papel da ciência dos manuais é escolher, misturar, adaptar e sintetizar o saber exotérico de coletivos alheios e o saber estritamente especializado num único sistema (FLECK, 2010), de forma que “os conceitos assim formados passam a dar o tom, tornando-se impositivos para qualquer especialista” (FLECK, 2010, p.177).

Além das textualizações já apresentadas, Fleck ainda coloca a existência de outra forma de textualização da ciência, a ciência dos livros didáticos, que teria por finalidade promover a iniciação na ciência de acordo com métodos pedagógicos particulares (FLECK, 2010).

O conhecimento científico é assim composto por várias versões textuais, envolvendo não apenas a linguagem verbal, mas outras linguagens como a imagética.

Os materiais textuais que constituem o *corpus* principal da análise para esta pesquisa, apresentados em detalhes no capítulo 3, encontram-se distribuídos entre a “ciência dos periódicos”, com o artigo publicado

na revista *Brazilian Journal of Food Technology*, e a “ciência popular” com os demais materiais de sites e revistas de divulgação científica, como o site *Inovação Tecnológica* e as revistas *Ciência Hoje* e *Ciência Hoje das Crianças*.

Fleck aponta que os tráfegos intracoletivos podem ocorrer dentro dos próprios círculos, exotéricos ou esotéricos, e de um círculo para outro, cada qual com características particulares. Assim temos que o centro da produção do conhecimento está na comunidade científica, círculo esotérico de especialistas, que por sua vez, comunica esse conhecimento aos seus pares e àqueles que a ela não pertencem através de materiais textuais (verbais, imagéticos e audiovisuais), possibilitando assim a circulação/tráfego do pensamento entre os diferentes círculos, circulação essa que é constitutiva do próprio processo de produção social do conhecimento. Com isso, é fundamental o questionamento sobre como o conhecimento circula e para quem ele é disponibilizado (OLIVEIRA, 2012), uma vez que os materiais textuais produzidos para o acesso mais amplo da sociedade, em geral, não são produzidos pelos cientistas responsáveis pelo desenvolvimento daquele conhecimento. É importante ressaltar que esses processos de circulação envolvem formas textuais mais ou menos canônicas, ou seja, com características identificáveis, com certa regularidade e estão ligados a diferentes instituições, suportes, sistemas comunicativos. Com isso, destaca-se que

“os pensamentos circulam de indivíduo a indivíduo, sempre com alguma modificação, pois outros indivíduos fazem outras associações. A rigor, o receptor nunca entende um pensamento da maneira como o emissor quer que seja entendido.” (FLECK, 2010, p.85)

Quando o movimento ocorre do centro para a periferia, de forma emigratória, temos uma simplificação, e quanto mais distante do centro esotérico, mais simplificado é o conhecimento. Fleck pondera que “a simplificação do conhecimento produzido na esfera esotérica tem suas razões e guarda uma positividade” (OLIVEIRA, 2012, p.130). Configura uma adaptação às necessidades da vida cotidiana.

O sentido contrário desse tráfego, da periferia (ciência popular) para o círculo esotérico, no sentido imigratório, caracteriza-se para Fleck ora como retroalimentação, ora como fonte. Para Fleck

"por mais que qualquer visão de mundo seja insignificante para as pretensões de um especialista, ele forma, assim mesmo, o pano de fundo que determina os traços gerais do seu estilo de pensamento" (FLECK, 2010, p.166).

Também é muito importante ressaltar que nesse processo de divulgação do conhecimento científico, “nenhuma comunicação científica é livre, transparente ou isenta de interesses e afirmações de poder” (OLIVEIRA, 2012, p.138). Ao se realizar uma análise desses materiais com dispositivos teóricos e analíticos provindos da Análise do discurso francesa podemos ter uma percepção mais clara sobre a dimensão política dos discursos científicos que caracterizam os mais diferentes materiais textuais que circulam na sociedade sobre temáticas científicas e tecnológicas.

Nosso material de análise é composto, portanto, por diferentes textualizações, ou versões, de coletivos de pensamento.

Ao se realizar uma análise desses materiais com dispositivos teóricos e analíticos provindos da Análise de Discurso francesa podemos ter uma melhor percepção sobre a dimensão política dos discursos científicos que caracterizam os diferentes materiais textuais que circulam na sociedade sobre temáticas científicas e tecnológicas. “O signo é político, ‘dizem’ as versões.” (Orlandi, 2005, p.206)

Assim como em Fleck, na Análise de Discurso de origem francesa, doravante AD, os sentidos não estão fixos às palavras e dependem do contexto histórico-social. Nesta perspectiva teórica os discursos são considerados como efeitos de sentidos entre interlocutores. A análise do discurso (AD) é um campo de estudo que oferece ferramentas conceituais para a análise desses acontecimentos discursivos, na medida em que toma como objeto de estudos a produção de efeitos de sentido, realizada por sujeito sociais, que usam a materialidade da linguagem e estão inseridos na história. (GREGOLIN, 2007, p.13).

Uma noção importante na AD é a de Formação Discursiva (FD), utilizado por Gregolin (2005, 2007), que tem como origem as obras de Pêcheux e Foucault. A FD envolve dialeticamente as regularidades e as instabilidades dos sentidos, possibilitando “incorporar discursividades que envolvem o verbal e o não verbal e a sua circulação na sociedade do *espetáculo midiático*” (GREGOLIN, 2005, p.2).

Podemos dizer que as FDs estão relacionadas com as suas condições de produção em que se inclui o próprio contexto histórico-

social, de forma que, o contexto da produção acaba por definir os diferentes sentidos em jogo naquela situação. Assim, só podemos entender a FDs se compreendermos o contexto em se produzem e circulam os textos. Um mesmo texto pode significar diferentemente quando for parte de outro contexto, produzindo efeitos de sentidos diferentes, de forma que

[...] é necessário analisar a circulação dos enunciados, as posições de sujeito aí assinaladas, as materialidades que dão corpo aos sentidos e as articulações que esses enunciados estabelecem com a história e a memória. (GREGOLIN, 2007, p.13)

Quando analisados os contextos, podemos compreender "as condições que permitem o aparecimento de certos enunciados e a proibição de outros" (idem, 2007, p.15), permitindo assim a circulação de determinadas ideias e o ocultamento de outras. Esta análise nos permite estabelecer uma relação "entre os dizeres e os fazeres" (GREGOLIN, 2007, p.15), de forma que, ao se analisar esses discursos podemos compreender a maneira como os fatos são discursivamente produzidos e textualizados.

É muito importante também salientar que essa concepção de discurso coloca o sujeito em uma posição importante na constituição dos sentidos, porém, esta posição não ocupa o lugar central, assim como em Fleck em relação ao conhecimento, uma vez que o sujeito não é a origem da significação (e nem a origem do conhecimento para Fleck) já que esta remete a uma memória, a uma ou mais formações discursivas (SILVA, 2002), a algo que “fala antes” ou em “outro lugar”.

Na AD, o discurso deve ser entendido como o efeito de sentido que é produzido entre interlocutores, de forma que a produção de sentidos pode ser compreendida em função das regularidades estabelecidas na prática discursiva, configurando assim formações discursivas as quais o sujeito se filia na produção e interpretação dos enunciados que circulam (BARROS, 2011). Segundo Orlandi (2013) e Barros (2011), as formações discursivas se constituem no interior de formações ideológicas e são materializadas nas práticas de linguagem, nas textualizações, a partir de relações de força e poder na sociedade, determinando assim o que pode e deve ser dito (ou, para Fleck, o que não pode ser pensado de outra maneira). Para Neto (2015)

O conceito de formação discursiva permite, assim, desvincular os sentidos da fala da ideia de que se originam no indivíduo que diz. Para dizer, o indivíduo precisa se tornar sujeito em uma formação discursiva que lhe dará identidade como tal. (NETO, 2015, p.42)

De maneira bastante próxima, em Fleck, o estilo de pensamento determina o que não pode ser pensando de outra maneira, exercendo um papel de coerção sobre o pensamento (Fleck, 2010, p.150).

É importante ressaltar aqui que os sentidos no interior das FDs estão sob dependência do interdiscurso (GREGOLIN, 2005), ou seja, é o interdiscurso, ou memória discursiva, que permite os dizeres, através de um conjunto de formulações já feitas e já esquecidas, os já-ditos, que acabam por condicionar historicamente o sentido do que é dito, o modo como o sujeito significa em uma situação dada (ALMEIDA; SORPRESO, 2010). O interdiscurso, para Orlandi (2013, p.31)

“é definido como aquilo que fala antes, em outro lugar, independentemente. [...] O interdiscurso disponibiliza dizeres que afetam o modo como o sujeito significa em uma situação discursiva dada.”.

“Se a discursividade é inscrição dos efeitos materiais da língua (capaz de equívoco) na história, a materialidade do discurso faz efeito na textualização” (Orlandi, 2005, p.92). Metodologicamente, trata-se de analisar os textos, de um lado, descrevendo sua materialidade textual, verbal e imagética, e, de outro, buscando relações entre os textos e o contexto considerando-os como parte das textualizações da ciência atual tal como teorizada por Fleck (2010), identificando assim formações discursivas e estilos de pensamento que permitem compreender aspectos da circulação de conhecimentos sobre nanotecnologias no contexto da agropecuária.

### 3. DESCREVENDO O *CORPUS* PRINCIPAL DA ANÁLISE: ALGUNS TEXTOS EM SEU CONTEXTO DE CIRCULAÇÃO

O desenvolvimento desta pesquisa requereu que se realizasse um amplo levantamento de textos sobre o tema das nanotecnologias, como discutido já na apresentação, onde a diversidade e a quantidade de materiais encontrados foram bastante grandes. Isso foi de extrema importância para uma construção do “contexto” das nanotecnologias, tanto mundialmente como no Brasil, o qual sintetizamos no capítulo 1. Com um tema de tamanha amplitude e uma gama tão grande de materiais disponíveis, foi preciso que a análise da materialidade textual mais aprofundada se desse apenas sobre um recorte desse amplo conjunto textual. Para esse recorte, manteve-se o foco inicial na agropecuária, uma vez que a ideia era contextualizar a nanotecnologia dentro de uma área que tivesse relação com o contexto do meu ambiente de trabalho, um *Campus* do IFC com curso técnico em agropecuária integrado ao ensino médio, visando contribuir com subsídios para o ensino de física neste contexto educacional, particularmente sobre o uso de textos em sala de aula na perspectiva de uma formação integrada num curso técnico e para introdução da Física Moderna e Contemporânea.

Partindo disso se realizou mais um recorte tomando-se agora como foco a “língua eletrônica”, que é um sensor gustativo eletrônico cujo funcionamento se aproxima do funcionamento da língua humana sendo a tecnologia utilizada na construção do sensor baseada nas nanotecnologias, como já citado no capítulo 1, e cujo funcionamento mobiliza diversos conceitos físicos, tanto da física clássica, como a condutividade elétrica, impedância, entre outros, além de apontar para possibilidades de introdução de elementos da Física Moderna e Contemporânea, como será mais bem detalhado no capítulo 4. Tal recorte possibilitou apontar conexões entre o setor da agropecuária e conhecimentos de física, englobando assim o contexto do ensino de física em um curso técnico em agropecuária, contexto em que se deu esta pesquisa.

Para uma análise discursiva dos materiais textuais é fundamental que se estabeleça relações entre texto e contexto em que esses materiais são produzidos, a memória discursiva que envolve a produção desses materiais textuais, compreendendo assim a sistemática da linguagem que funcionou na produção dos discursos relacionados às nanotecnologias neste contexto focalizado pela pesquisa.

“As linguagens não significam em si mesmas, não transportam sentidos, mas na relação com suas condições de produção, com a exterioridade. Neste processo, os implícitos, os não-ditos, os já-ditos (e esquecidos) em outros lugares e tempos, são aspectos fundamentais da significação” (Silva, 2002, p.64).

Os materiais textuais que constituem o *corpus* principal da análise e cuja análise é apresentada no capítulo 4 a seguir, são um total de seis, sendo o primeiro um fôlder, sobre nanotecnologia, produzido pela Embrapa Instrumentação Agropecuária. Em seguida são analisados outros 5 materiais textuais que versam sobre um tema central comum: a “língua eletrônica”. Esses materiais são constituídos por: uma notícia disponibilizada no site da Embrapa sobre a participação da mesma na Nanotec 2006; uma notícia disponibilizada no site Inovação Tecnológica; uma matéria da Revista Ciência Hoje das Crianças; uma matéria da Revista Ciência Hoje; e um artigo publicado na Revista Brazilian Journal of Food Technology.

A escolha desses materiais se deu baseado no tema escolhido como foco para o desenvolvimento da pesquisa e no papel que as instituições responsáveis pelas publicações têm junto à sociedade, seja através da credibilidade adquirida ao longo de anos de pesquisa e desenvolvimento, como no caso da Embrapa, ou através da credibilidade adquirida pelo fato de ser uma das revistas de divulgação científica mais importantes do país, como no caso da Revista Ciência Hoje, transferindo essa credibilidade também à Revista Ciência Hoje das Crianças; seja através da credibilidade adquirida por ser um grande site de divulgação científica e tecnológica do Brasil, cujas matérias são oriundas de periódicos científicos, como o caso do Site Inovação Tecnológica, ou ainda através da credibilidade que uma revista de publicações de cunho científico, disponibilizada inclusive na biblioteca eletrônica SciELO, como é o caso da Revista Brazilian Journal of Food Technology. Como veremos, esse conjunto permitiu pensar a circulação sobre a “língua eletrônica” tanto no círculo exotérico, naquilo que talvez se aproxime do que Fleck (2010) chama de “ciência popular”, quanto no círculo esotérico, a ciência dos especialistas.



### 3.1 A Embrapa como elemento do contexto

Um dos materiais analisados foi um pôster sobre Nanotecnologia, produzido pela Embrapa Instrumentação Agropecuária, unidade de pesquisa localizada em São Carlos (SP), sendo publicado inicialmente no ano de 2010 em sua primeira edição com uma tiragem de 1000 exemplares, sendo reeditado no ano de 2012 com publicação de outras 1000 unidades. A escolha desse material deve-se ao fato da análise contextual demonstrar que a Embrapa é uma empresa pública que usa de recursos públicos para financiamento de grande parte dos seus projetos de pesquisa, por ser uma instituição chave na pesquisa tecnológica, desenvolvimento e inovação no setor da agropecuária no Brasil e, por estar diretamente envolvida, junto com outras instituições, na produção de conhecimentos sobre nanotecnologias no Brasil, como já observado ao longo do capítulo 1, e estar envolvida no desenvolvimento da “língua eletrônica”.

A Embrapa se define como “uma empresa de inovação tecnológica focada na geração de conhecimento e tecnologia para agropecuária brasileira” (EMBRAPA, 2014). Criada em 26 de abril de 1973, é vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), possuindo 17 unidades centrais localizadas em Brasília e 46 unidades descentralizadas em todas as regiões do Brasil. Possui ainda 4 Laboratórios Virtuais no Exterior (Labex) e 3 escritórios internacionais, contando com 9790 empregados, dos quais 2444 são pesquisadores, 2503 são analistas, 1780 técnicos e 3063 são assistentes. Conta com um orçamento anual (2014) de R\$ 2,6 bilhões, atuando em pesquisa e desenvolvimento, em transferência de tecnologia e em cooperação científica e tecnológica no desenvolvimento do setor em países emergentes (EMBRAPA, 2014).

Historicamente, desde sua criação, a Embrapa sempre representou uma das instituições com maior aporte financeiro para pesquisa pelo governo federal, chegando a atingir cerca de 20% do total de financiamento de pesquisas em C&T no ano de 1990, ocupando a segunda posição como fonte de despesa em importância como unidade orçamentária até o ano de 1994, quando perdeu a posição para a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) (BONELLI; PESSÔA, 1998).

É importante destacar aqui que não nos escaparam as controvérsias envolvendo agronegócio x agroecologia desenvolvidas e intensificadamente desenvolvidas principalmente nas quase últimas duas

décadas<sup>13</sup>. Podemos tomar a Embrapa como exemplo, responsável pelo gerenciamento do Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio, da Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio e do Sistema Integrado de Produção Agroecológica, “vem reagindo com eficiência às **mudanças de paradigma da agropecuária**, não só às ligadas ao uso da terra, mas também considerando aspectos de ordem social e exigências do mercado consumidor” (MATTOS et al., 2006, p.11, grifo nosso). No entanto, a interdisciplinaridade e a complexidade das formações discursivas e estilos de pensamento envolvidos nessas controvérsias fogem às limitações, ao foco e delimitação deste trabalho, demandando certamente outras pesquisas.

Outro material que constituiu o *corpus* principal da análise é uma notícia<sup>14</sup> produzida e disponibilizada no site da Embrapa sobre a participação da mesma na Nanotec<sup>15</sup> 2006, onde montou uma cadeia produtiva do café para mostrar a aplicação da “língua eletrônica”. Além da “língua eletrônica”, a notícia ainda traz referência às pesquisas desenvolvidas pela Embrapa quanto ao uso de revestimentos e filmes protetores comestíveis para aplicação direta sobre alimentos que “garantem a sua qualidade e aparência, permitindo o seu consumo imediato sem nenhuma necessidade de tratamentos ou limpezas subsequentes” (EMBRAPA, 2006b). Tomando Fleck (2010) como referência, ambos os materiais textuais da Embrapa pertencem à ciência popular, ao círculo exotérico.

Devido à amplitude da atuação da Embrapa no Brasil, através das suas inúmeras unidades e vasta área de abrangência no setor agropecuário brasileiro, a diversidade de materiais produzidos pela empresa para divulgação dos resultados de pesquisas, produtos, tecnologias, é muito grande, variando desde publicações em periódicos científicos especializados, caracterizando assim seu pertencimento ao círculo esotérico (FLECK, 2010), até publicações destinadas para o produtor rural, caracterizando assim seu pertencimento ao círculo exotérico (FLECK, 2010), de forma que a comunicação empregada em

---

<sup>13</sup> Eis alguns textos que sinalizam a existência dessas controvérsias circulando pela “ciência popular” e “ciência dos periódicos” (FEIDEN, 2005; GOMES, 2005; JESUS, 2005; MATTOS, 2006; GUIMARÃES; MESQUITA, 2010; TUBINO, 2012; PITADELA, 2016), ou seja, pelos tráfegos inter e intracoletivos.

<sup>14</sup> [http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia\\_31102006.html](http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia_31102006.html)

<sup>15</sup> Feira e Congresso Internacional de Nanotecnologia, ocorrida nos anos de 2005, 2006 e 2008 em São Paulo (SP), com a participação universidades, centros de pesquisa e empresas.

cada tipo de publicação deve se adequar aos diferentes públicos alvo e tem relação com esse posicionamento na produção e circulação dos conhecimentos.

### 3.2 Site Inovação Tecnológica como elemento do contexto

Temos também como material que constitui o *corpus* principal uma notícia produzida e publicada em 14 de maio de 2012 no site Inovação Tecnológica com o título “Língua eletrônica brasileira já é a mais falada no mundo”<sup>16</sup> (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2012). Este material também pertence à ciência popular, ao círculo exotérico, dos leigos mais ou menos instruídos (Fleck, 2010).

Segundo informação disponibilizada em seu próprio site

“o Site Inovação Tecnológica é uma empresa jornalística, especializada em divulgação científica e tecnológica, sendo o maior site de divulgação científica em língua portuguesa” (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2014).

A empresa vem funcionando desde 1999, com sede em Campinas (SP), que “como mídia especializada, nosso objetivo básico é o de prover informações nas áreas cobertas pelos temas *Inovação Tecnológica, Ciência e Tecnologia e Pesquisa e Desenvolvimento*” (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2014). Além disso, colocam que

“A quase totalidade das nossas notícias origina-se de periódicos científicos revisados pelos pares – o que significa que, quando um cientista divulga uma descoberta, outros colegas seus já analisaram sua pesquisa e concordaram com a sua precisão, correção e adequada avaliação dos resultados. Em todos esses casos, citamos a bibliografia completa do artigo científico original, logo abaixo de cada matéria”. (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2014)

O site Inovação tecnológica<sup>17</sup> apresenta em sua página principal de acesso<sup>18</sup> uma série de abas que remetem a temas específicos, sendo

---

<sup>16</sup> <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=lingua-eletronica-brasileira-mais-sensivel-humanos#.VdZ-cfIVjTo>

<sup>17</sup> <http://www.inovacaotecnologica.com.br/index.php>

um desses temas a nanotecnologia. Na aba da nanotecnologia são disponibilizadas inúmeras matérias a respeito do tema, e, em geral, essas matérias são ricas em imagens coloridas, gráficos, palavras destacadas na forma de links que remetem a outras matérias, e ao fim de cada matéria, apresenta sempre a bibliografia que serviu de base para a reportagem em questão.

As matérias sobre nanotecnologia divulgadas no site Inovação Tecnológica vêm a colaborar com o apresentado no item 1.7 à respeito da divulgação científica sobre nanotecnologia.

### 3.3 A Revista Ciência Hoje das Crianças como elemento do contexto

Consta também do *corpus* principal de análise uma matéria publicada on-line na Revista Ciência Hoje das Crianças na data de 05 de maio de 2013, com o título “Língua Eletrônica”<sup>19</sup> (CHC, 2013). De acordo com o disponibilizado no site da revista,

“Somos a *Ciência Hoje das Crianças*, uma revista feito pelo Instituto Ciência Hoje para despertar a curiosidade de meninos e meninas como você. Queremos mostrar que a ciência pode ser divertida e que está presente na vida de todos nós.  
... A CHC é a primeira revista brasileira sobre ciência para crianças. Ela foi criada em 1986 e já ganhou até um prêmio muito importante, o prêmio José Reis de Divulgação Científica.” (CHC, 2015)

A revista, na sua versão digital, possui ainda uma apresentação visual bem característica para o público alvo que espera atender, possuindo mascotes, na figura de dois dinossauros e um zangão, que acabam interagindo com o público alvo através de textos narrativos onde essas mascotes aparecem

“para apresentar animais ameaçados de extinção, fazer descobertas sobre o passado da Terra, conversar sobre o futuro, responder a perguntas muito intrigantes e ajudar os leitores a fazer experimentos. Como eles são tão sabidos? Os

---

<sup>18</sup> Último acesso em 03/09/2016.

<sup>19</sup> <http://chc.cienciahoje.uol.com.br/lingua-eletronica/>

cientistas é que contam tudo pra eles – mas não espalha!” (CHC, 2015)

Já podemos perceber uma característica dessa textualização do discurso científico nessa apresentação das mascotes feita pela revista ("Como eles são tão sabidos? Os cientistas é que contam tudo para eles - mas não espalha!"), onde evidenciam que os mesmos são sabidos, pois, quem os informa são os cientistas, como se não houvesse saberes fora do círculo de especialistas, caracterizado por Fleck (2010) como círculo esotérico e produzindo o efeito de um discurso fonte do discurso da própria revista. Além disso, segundo Ribeiro e Kawamura (2011), a revista CHC

“é composta por variadas seções (artigos, experimentos, resenhas, jogos e passatempos, contos e lendas, poesia, etc.), cada qual com características próprias, realçadas na estrutura e tessitura do texto, na linguagem, nas imagens e na forma de interação texto-leitor.” (RIBEIRO; KAWAMURA, 2011, p.3)

### 3.4 A Revista Ciência Hoje como elemento do contexto

Temos ainda como material que constitui o *corpus* principal de análise uma matéria publicada on-line na Revista Ciência Hoje (CH) na data de 21 de janeiro de 2014, com o título “Gostinho de Futuro”<sup>20</sup> (GARCIA, 2014), sendo este material também pertencente à ciência popular, ao círculo exotérico (FLECK, 2010).

Segundo a CH (2015), a revista foi

“Criada em 1982, a *Ciência Hoje* é a mais antiga revista de divulgação científica em circulação no Brasil. Nascida no seio da comunidade científica, se lançou ao desafio de aproximar a ciência do grande público. Tem contribuído, desde então, para ressaltar a importância da popularização da ciência, da formação de cientistas comunicadores e de profissionais especializados em jornalismo científico.”. (CH, 2015)

---

<sup>20</sup> [http://www.cienciahoje.org.br/revista/materia/id/799/n/gostinho\\_de\\_futuro](http://www.cienciahoje.org.br/revista/materia/id/799/n/gostinho_de_futuro)

De acordo com o que a própria revista coloca a seu respeito, possui um projeto gráfico moderno e linguagem acessível, sendo que “se dirige à comunidade acadêmica, aos professores e estudantes do ensino médio e à sociedade em geral” (CH, 2015). O conteúdo da revista

“é composto por artigos escritos por importantes pesquisadores brasileiros e por notícias e reportagens produzidas por jornalistas especializados que compõem a equipe da publicação. Suas edições contam ainda com colunas, resenhas, entrevistas, textos opinativos e outros materiais que ajudam a mapear as questões mais relevantes e os debates mais quentes da ciência brasileira e mundial.” (CH, 2015)

### 3.5 A Revista **Brazilian Journal of Food Technology** como elemento do contexto

Finalizando, temos como parte do material que constitui o *corpus* principal da análise um artigo publicado na Revista **Brazilian Journal of Food Technology** (BJFT) em dezembro de 2005, com o título “Aplicações e Funcionamento das Línguas Eletrônicas e a Língua Eletrônica Brasileira”<sup>21</sup> (DYMINSKI, 2005, p.312). Este material pertence à ciência dos periódicos, caracterizada pela marca do provisório e pessoal (FLECK, 2010), como veremos no capítulo 4, integrando a ciência especializada.

Segundo a BJFT (2015)

“A Revista **Brazilian Journal of Food Technology** (BJFT) é uma publicação eletrônica trimestral de acesso livre, cujo propósito é publicar resultados de pesquisas originais que contribuam significativamente para o conhecimento nas áreas da ciência, tecnologia e engenharia de alimentos e para o desenvolvimento das ciências agrárias no Brasil. São aceitos manuscritos de abrangência nacional ou internacional, que apresentem novos conceitos ou abordagens experimentais e que não sejam apenas repositórios de dados científicos.” (BJFT, 2015)

---

<sup>21</sup> [http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/bjft/2005/art\\_312a320.pdf](http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/bjft/2005/art_312a320.pdf)

A revista publica artigos inéditos e autênticos em português, inglês e espanhol, além de notas científicas, artigos de revisão, como é o caso do texto analisado, relato de caso, resenha crítica de livro, comentário de artigo e comunicação rápida.

De acordo com a BJFT (2015) em sua política editorial, a revista BJFT recebe apoio do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, vinculado à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, e da Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP).

Por se tratar de uma publicação de cunho científico cujas edições encontram-se disponíveis on-line<sup>22</sup> e também na biblioteca eletrônica SciELO – Scientific Eletronic Library Online, o manuscrito submetido à publicação passa pelo processo de avaliação por pares.

Esse processo é característico de grande parte de publicações científicas, tipicamente pertencentes ao círculo esotérico (FLECK, 2010), de modo que ao se cumprir esse “ritual” o conhecimento científico nesses textos está “autorizado” a ser divulgado, e o controle, neste caso, diferentemente dos outros textos analisados, é o da própria comunidade de especialistas.

Por se tratar de um periódico científico, a BJFT passa sistematicamente por um processo de avaliação pela CAPES denominado Qualis, outra forma de controle dos próprios pares, cuja consulta online na Plataforma Sucupira para o Qualis 2014 apresentou os dados da Figura 13 a seguir.

Figura 13 – Resultado consulta Qualis 2014

Periódicos			
ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
1981-6723	Brazilian Journal of Food Technology (Online)	BIODIVERSIDADE	C
1981-6723	Brazilian Journal of Food Technology (Online)	BIOTECNOLOGIA	B4
1981-6723	Brazilian Journal of Food Technology (Online)	CIÊNCIA DE ALIMENTOS	B4
1981-6723	Brazilian Journal of Food Technology (Online)	CIÊNCIAS AGRÁRIAS I	B2
1981-6723	Brazilian Journal of Food Technology (Online)	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS I	B5
1981-6723	Brazilian Journal of Food Technology (Online)	ENGENHARIAS II	B2
1981-6723	Brazilian Journal of Food Technology (Online)	ENSINO	B5
1981-6723	Brazilian Journal of Food Technology (Online)	FARMÁCIA	B5
1981-6723	Brazilian Journal of Food Technology (Online)	NUTRIÇÃO	B4
1981-6723	Brazilian Journal of Food Technology (Online)	SÁUDE COLETIVA	B3
1981-6723	Brazilian Journal of Food Technology (Online)	ZOOTECNIA / RECURSOS PESQUEIROS	B4

Fonte: SUCUPIRA, 2016.

<sup>22</sup> Disponível em: <<http://bjft.ital.sp.gov.br/>>. Acesso em 24/10/2015.





## **4. ANÁLISE DOS MATERIAIS TEXTUAIS QUE CONSTITUEM O CORPUS PRINCIPAL**

Neste capítulo desenvolveremos, com base no referencial teórico-metodológico explicitado no capítulo 2, as análises pertinentes do material textual que constitui o *corpus* principal, relacionado às nanotecnologias por meio do fôlder da Embrapa, e relacionados ao dispositivo da “língua eletrônica” por meio de outros cinco materiais textuais.

Optamos por realizar uma análise em separado do fôlder da Embrapa em relação aos demais materiais textuais, pois o fôlder trata de forma geral as nanotecnologias relacionadas com o agronegócio, ao passo que os demais materiais textuais abordam especificamente o tema do recorte principal, a “língua eletrônica”.

### **4.1 Uma textualização das nanotecnologias no contexto agropecuário circulando como fôlder da Embrapa**

O fôlder é um material de divulgação da Embrapa, constituído por 12 páginas, todas elas com fundo colorido, rico em imagens, formatado em geral em duas colunas por página ou em duas partes, uma na parte superior e outra na parte inferior da página, também em duas colunas, sendo as letras do texto apresentadas na cor branca. Esse fôlder foi publicado em sua primeira edição em junho de 2010, contando com uma segunda edição publicada em dezembro de 2012, cada uma com uma tiragem impressa de 1000 exemplares.

Esse tipo de material, em geral, tem como principal local de circulação feiras de exposição do setor agropecuário onde a Embrapa apresenta seus projetos, suas pesquisas e seus resultados, pertencendo dessa forma, segundo Fleck (2010), à ciência popular, ao círculo exotérico, como já apontado no capítulo 3.

O contexto em que esse fôlder foi produzido é resultado direto da inauguração, ocorrida no mês de maio do ano de 2009, do LNNA, nesta unidade da Embrapa em São Carlos, onde foram investidos cerca de R\$ 10 milhões de recursos, sendo R\$ 4 milhões da Finep/MCT (EMBRAPA, 2009). Mesmo antes da inauguração desse laboratório, a Embrapa Instrumentação Agropecuária já desenvolvia pesquisa à base de nanotecnologia desde 1997 (MCTI, 2009).

Pode-se observar que a produção desse fôlder visa tornar público os resultados obtidos das pesquisas desenvolvidas por parte da instituição ao longo desses 13 anos até a inauguração do novo

laboratório, bem com possivelmente atrair novos investidores para as suas atuais e futuras pesquisas. Isso fica mais evidente quando se observa que em agosto do mesmo ano, o CNPq lançou um edital<sup>23</sup> para financiar cientistas e pesquisadores com atuação em projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), atendendo preferencialmente aqueles que apresentem contrapartida financeira de fontes nacionais ou internacionais. Tal edital incluía a Nanotecnologia como um dos temas de interesse para o desenvolvimento de pesquisas, e disponibilizava um valor total de R\$ 3 milhões.

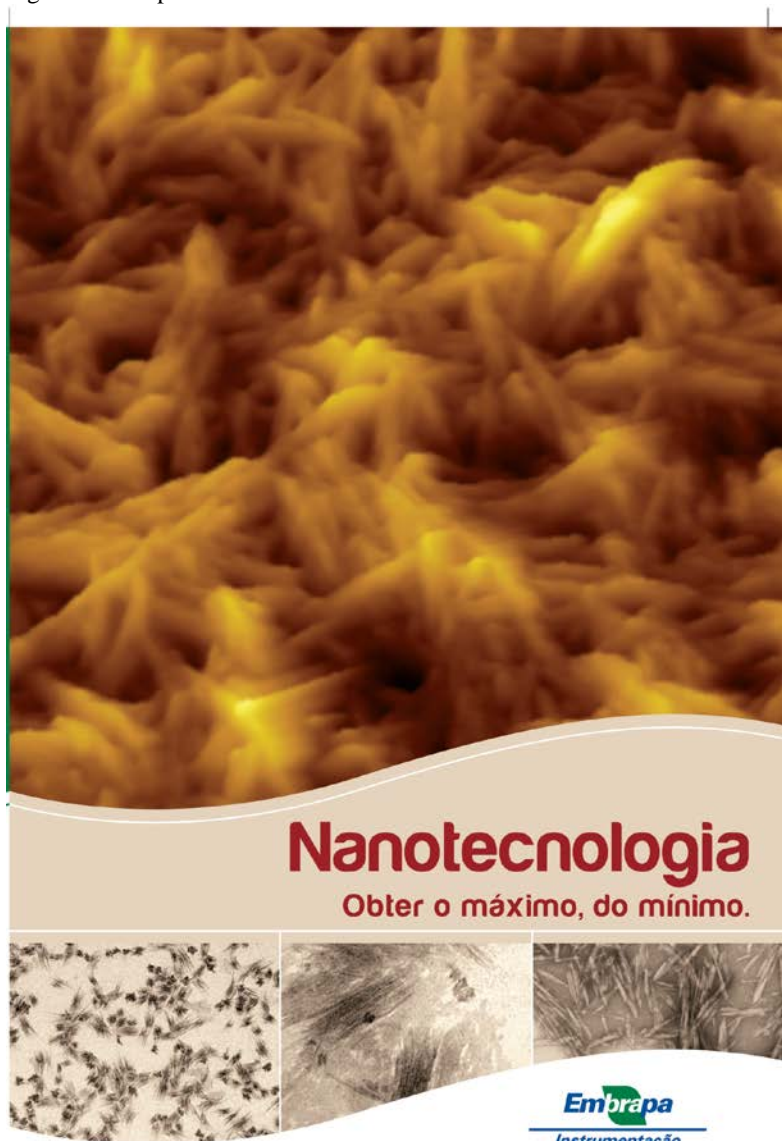
A inauguração do LNNA, as pesquisas em nanotecnologias desenvolvidas na Embrapa Instrumentação Agropecuária, culminando com a produção desse fôlder, são ações que estão relacionadas de forma direta com as políticas públicas para o setor de nanotecnologia, como apresentadas no item 1.4.

A capa do fôlder, Figura 14 a seguir, apresenta uma imagem que ocupa mais da metade do seu espaço, sem descrição do que se refere, mas quando comparada com outras imagens disponíveis na internet, como podemos observar na Figura 15 e Figura 16 a seguir, sobre nanotecnologia, percebemos uma regularidade, ou seja, este tipo de imagem é parte de uma série, de forma que ela pode representar, por isso mesmo, um dos ícones para a nanotecnologia, ou seja, faz parte da memória dessa temática. As imagens, produzidas por diferentes técnicas com microscópios de varredura e de tunelamento, saem do laboratório e se transformam em ícones de uma temática, modificando sua função discursiva ao transitar do círculo esotérico para o exotérico.

---

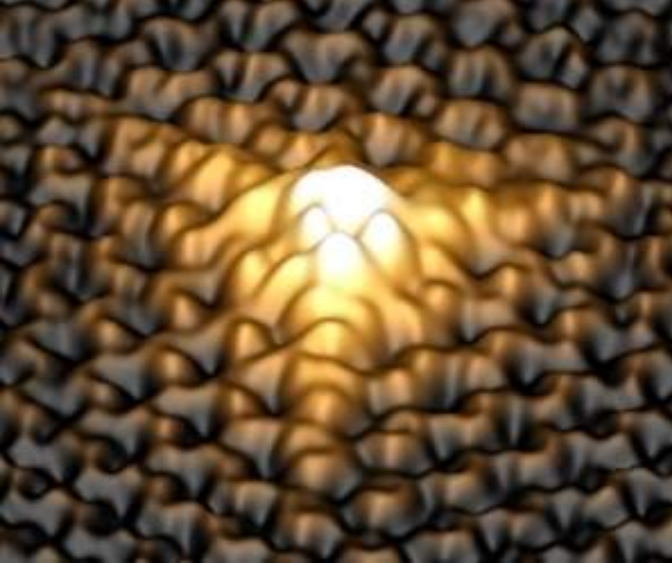
<sup>23</sup> Visando selecionar projetos no âmbito da Carta de Entendimento sobre Cooperação Científica e Tecnológica, assinada entre o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/MCT) e o Ministério da Ciência e Inovação, da Espanha. Disponível em: <<http://goo.gl/4VXVCz>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

Figura 14 – Capa do fôlder



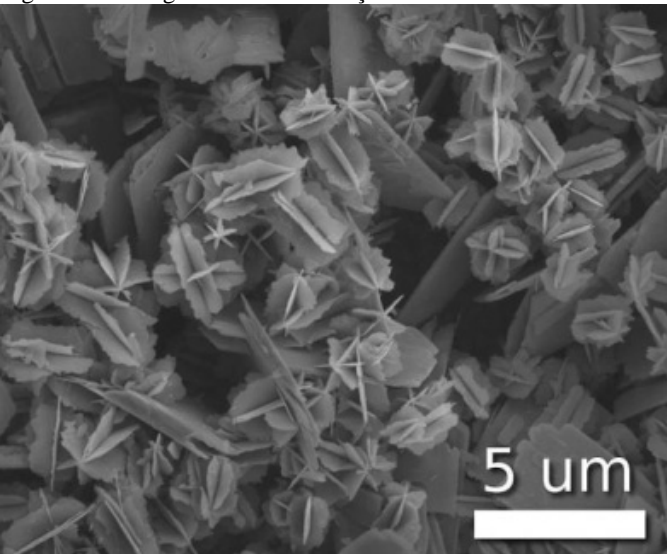
Fonte: Embrapa, 2012.

Figura 15 – Estrutura do grafeno com ausência de um único átomo



Fonte: Inovação Tecnológica, 2011.

Figura 16 – Imagem sem identificação



Fonte: Ribas, 2009.

Ainda na capa do pôster podemos observar o título "Nanotecnologia" seguido da frase "Obter o máximo, do mínimo." Essa frase remete a quais FDs? "O máximo", bem como "o mínimo", poderiam assumir inúmeros sentidos, ou seja, filarem-se a diferentes FDs, mesmo que o contexto seja restrito à nanotecnologia. Por exemplo, o mínimo, pode remeter à questão do tamanho quando se trata de nanotecnologia, ou ainda, remeter à questão de quantidade, uma vez que as nanotecnologias têm as suas potencialidades aumentadas por agirem de forma mais direta, menos dispersiva. Em se tratando de um material produzido pela Embrapa, poderíamos assumir que a FD que dá sentido a essa frase remete ao máximo de produtividade, enquanto o mínimo pode-se referir ao custo do que foi utilizado no setor agropecuário. A própria expressão "obter o máximo, do mínimo" remete a inúmeros outros discursos, em diferentes épocas. Podemos pensar o caso da Revolução Industrial, que possibilitou obter o máximo de produção, com o mínimo de esforço humano. Vemos, portanto, como esse enunciado se produz no cruzamento entre o discurso científico e o não científico, pertencente justamente a essa região exotérica, pertencente à ciência popular (FLECK, 2010). Assim, uma frase que poderia se filiar a uma rede de outros enunciados no campo científico como o de Feynman "tem muito espaço lá embaixo", por transferência, se filia também a uma rede de sentido do discurso econômico: "tem muito dinheiro lá em baixo", visão essa já evidenciada nas políticas públicas apresentadas no item 1.4.

A capa do pôster apresenta ainda mais três imagens, supostamente em escala nanométrica, alinhadas horizontalmente, sem descrição do que representam. Abaixo, deslocada para a direita, aparece a logomarca da Embrapa identificando a Unidade de Pesquisa. O fato das imagens não possuírem escala caracteriza mais um indício do discurso dessa região exotérica, uma vez que na região esotérica, dos cientistas, essa mesma imagem sem escala não possuiria sentido e não seria aceita. A capa do pôster sintetiza essa ligação de identidades entre a Nanotecnologia e a Embrapa, através das imagens apresentadas e do logotipo da Embrapa, bem como a ligação da Nanotecnologia com a Agropecuária, visto que essa caracteriza justamente a área de atuação da Embrapa.

A página 2 do pôster apresenta uma grande imagem na cor verde como fundo, tendo à sua frente um mapa mundi apresentado na cor preta, ocupando a metade inferior da página, e acima desse mapa apresenta na linha superior a sigla "LABEX", e na linha inferior "Laboratórios Virtuais da Embrapa no Exterior", ambos escritos em

letras brancas. Que ideia criamos quando lemos "Laboratórios Virtuais"? Qual seria o sentido, o contexto de "Virtual" para a Embrapa? Na página 3 do fôlder fica claro o sentido de "virtual" para a Embrapa na parte sobre Cooperação Internacional, no segundo parágrafo onde cita: "Para ajudar nesse esforço, a Embrapa estabeleceu parcerias... Esses "Laboratórios Virtuais no Exterior" (Labex's) contam..." (EMBRAPA, 2012, p. 3). No sentido educacional, quando se fala em laboratório virtual, refere-se em geral a simuladores, porém no âmbito dos centros de pesquisa, a ideia de laboratório virtual compreende uma "extensão de um laboratório real", um ambiente eletrônico que permita a colaboração e experimentação à distância. Um efeito possível de sentido seria o de dizer implicitamente que a pesquisa está sendo feita internacionalmente, ou de que a pesquisa brasileira tem nível internacional.

O título, apresentado logo no início da página 3 do fôlder, "Embrapa é referência em Agricultura Tropical" (EMBRAPA, 2012, p. 3), bem como o texto do segundo parágrafo, remete a relações de poder, uma vez que a "liderança do Brasil em agricultura tropical" (EMBRAPA, 2012, p. 3) foi construída com a ajuda da Embrapa, que, segundo o seu próprio ponto de vista, é referência nisso, como pode ser observado no segundo parágrafo dessa página.

"E tudo está imerso em relações de poder e saber, que se implicam mutuamente, ou seja, enunciados e visibilidades, textos e instituições, falar e ver constituem práticas sociais por definição permanentemente presas, amarradas às relações de poder, que as supõem e as atualizam." (FISCHER, 2001, p.200)

Nessa mesma página 3, no primeiro e terceiro parágrafos, faz-se uma apresentação de "quem" é a Embrapa no contexto nacional, de certo modo destacando a sua grandiosidade pela ênfase ao seu lugar de liderança numa rede nacional, evidenciando novamente o discurso de relação de poder, já que

"sob a sua coordenação está o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), constituído por instituições públicas federais e estaduais que executam pesquisas nas diferentes áreas geográficas e campos do conhecimento científico." (EMBRAPA, 2012, p. 3)

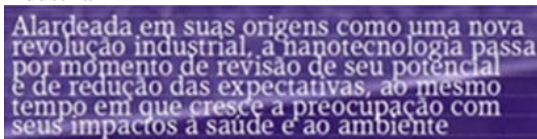
Como coloca Fischer:

"Segundo Foucault, cada formação discursiva entra simultaneamente em diversos campos de relações, e em cada lugar a posição que ocupa é diferente, dependendo do jogo de poderes em questão." (FISCHER, 2001, p. 211)

Na página 4 do pôster temos a primeira imagem que apresenta uma legenda identificando de que se trata tal imagem (Nanopartículas de Quitosana), porém novamente sem apresentação de escala, mantendo a regularidade para o círculo exotérico. No item "Nanotecnologia na Agricultura" (EMBRAPA, 2012, p. 4), na primeira frase do parágrafo único temos a evidência do discurso exotérico sobre a ciência: A ciência sempre fazendo o "bem", o "melhor"! Podemos perceber que se destacam os aspectos positivos da ciência, sem menção alguma, nesse trecho, dos possíveis aspectos negativos que a mesma pode trazer. Essa mesma visão já foi evidenciada tanto nas políticas públicas sobre nanotecnologias, apresentadas no item 1.4, como na divulgação científica sobre nanotecnologia, apresentada no item 1.7.

Ainda nesse primeiro parágrafo, na segunda frase, merece destaque o trecho "desde 1996, a Empresa investe na área de Nanotecnologia - considerada a nova Revolução Industrial do Século XXI -" (EMBRAPA, 2012, p. 4). Merece destaque, pois relacionar a Nanotecnologia à Revolução Industrial é um discurso recorrente, mantém uma regularidade nessa região da divulgação científica quando se fala da Nanotecnologia, como pode ser observado na Figura 17, Figura 18 e Figura 19 a seguir.

Figura 17 – Texto relacionando a nanotecnologia com uma nova revolução industrial



Alardeada em suas origens como uma nova revolução industrial, a nanotecnologia passa por momento de revisão de seu potencial e de redução das expectativas, ao mesmo tempo em que cresce a preocupação com seus impactos à saúde e ao ambiente

Fonte: Cristante, 2011.

Figura 18 – Título de matéria da revista Super Interessante



Fonte: Saraiva, 2015.

Figura 19 – Capa da revista Inovação em pauta



Fonte: Rangel, 2008.



Ainda na página 4, no item "Nanotecnologia Responsável" (EMBRAPA, 2012, p. 4), aparece um discurso que indica a necessidade de cautela com a Nanotecnologia, pois os nanomateriais podem apresentar riscos tanto à saúde humana, quanto à animal, bem como ao meio ambiente. Podemos observar que junto com a ideia de cautela, vem o apontamento da necessidade de estudos sobre toxicidade, o que pressupõe uma demanda de recursos e investimentos em pesquisa por parte da Embrapa, reforçando a ideia de financiamento dessas pesquisas, seja pelo governo ou por empresas do setor privado. Assim como outros materiais já apontados no item 1.4, o pôster da Embrapa também não se omite em chamar atenção para os possíveis riscos de toxicidade dos novos materiais desenvolvidos, mas mesmo quando fala sobre um aspecto que merece atenção por ser negativo, em seguida volta a destacar de forma positiva o "seu papel", evidenciando que

“vem investindo no desenvolvimento responsável de suas aplicações em Nanotecnologia, por meio de estudos sobre a avaliação de riscos tóxicos dos nanomateriais desenvolvidos em seus laboratórios, tanto para a saúde humana, quanto para a saúde animal, além da avaliação do ciclo de vida desses nanomateriais no meio ambiente.” (EMBRAPA, 2012, p. 4)

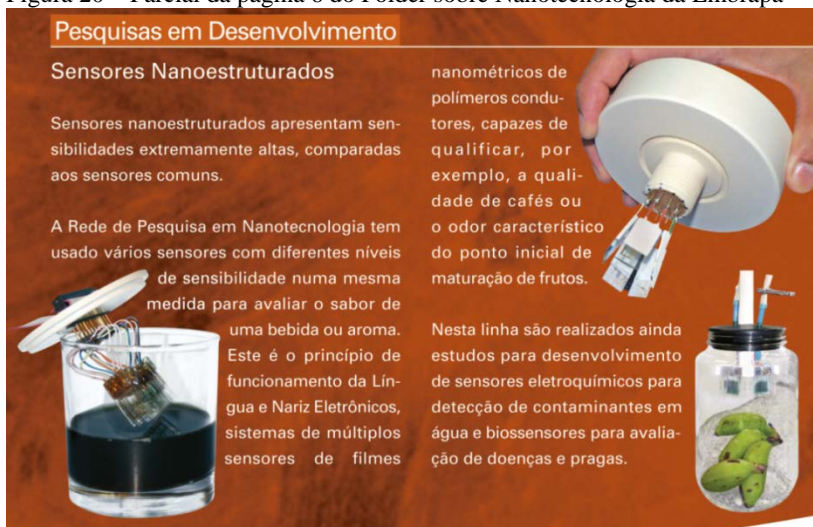
A página 5 do pôster apresenta informações sobre o histórico do LNNA, bem como as linhas de pesquisa contempladas pelo mesmo.

Da página 6 até a página 10, podemos obter uma série de informações sobre as diferentes pesquisas em desenvolvimento pela Rede Agronano<sup>24</sup>. Na página 6, no item “Pesquisas em Desenvolvimento” (EMBRAPA, 2012, p. 6), cita os “Sensores Nanoestruturados”, onde a “Língua Eletrônica” é apresentada como um exemplo, merecendo destaque ao apresentar duas imagens do dispositivo, como podemos verificar na Figura 20 a seguir.

---

<sup>24</sup> “A Rede envolve cerca de 150 pesquisadores de 53 instituições - 14 unidades da Embrapa e 39 centros acadêmicos de excelência no país” (EMBRAPA, 2012, p. 6).

Figura 20 – Parcial da página 6 do Fôlder sobre Nanotecnologia da Embrapa



Fonte: Embrapa, 2012, p. 6.

Ainda nesse item sobre sensores nanoestruturados, merece destaque a primeira frase: “Sensores nanoestruturados apresentam sensibilidades extremamente altas, comparadas aos sensores comuns” (EMBRAPA, 2012, p. 6). Essa frase pode levantar alguns questionamentos como: a) Por que os sensores nanoestruturados apresentam sensibilidades extremamente altas? b) O que os diferenciam dos sensores comuns? Ao se buscar responder essas perguntas chegaremos aos conhecimentos já apontados no item 1.2, que dizem respeito ao aumento considerável da área superficial das nanopartículas, e como consequência disso, por exemplo, alterações na condutividade elétrica devido às Leis da Mecânica Quântica. Por se tratar de um fôlder, um material cuja circulação se dá justamente no círculo exotérico, os “por quês” não são evidenciados no material, mas, ao levar esse tipo de material para a sala de aula, esses questionamentos podem levar os alunos à compreensão dos fenômenos físicos que fundamentam o funcionamento deste dispositivo, podendo assim ligar o científico ao seu contexto de formação, possibilitando assim um ensino de física integrado.

Destacamos na página 9 a pesquisa sobre catalisadores nanoestruturados, mais precisamente o segundo parágrafo, onde podemos observar outra forma de conexão com o discurso esotérico, pois promove uma explicação sobre o que são e para que servem os

catalisadores. Como o fôlder possui um caráter mais voltado para a divulgação comercial, a profundidade e a amplitude da circulação de conhecimentos científicos são muito superficiais, diferentemente do que ocorrem com outros tipos de materiais produzidos pela Embrapa, como artigos de pesquisa, boletins técnicos, notas técnicas, etc.

#### **4.2 Textualizações da língua eletrônica nos círculos exotérico e esotérico**

Os demais materiais que constituem o *corpus* principal da pesquisa versam todos sobre um tema comum: a “língua eletrônica”. São eles: uma notícia disponibilizada no site da Embrapa com o título “Embrapa monta cadeia produtiva do café para mostrar a aplicação da Língua Eletrônica na Nanotec 2006”<sup>25</sup>; uma notícia disponibilizada no site Inovação Tecnológica (IT) com o título “Língua eletrônica brasileira já é a mais falada no mundo”<sup>26</sup>; uma matéria da Revista Ciência Hoje das Crianças (CHC) com o título “Língua eletrônica”<sup>27</sup>; uma matéria da Revista Ciência Hoje (CH) com o título “Gostinho de futuro”<sup>28</sup>, estes pertencendo, segundo Fleck (2010), à ciência popular, ao círculo exotérico, como já apontado no capítulo 3, e um artigo publicado na Revista Brazilian Journal of Food Technology (BJFT) com o título “Revisão: Aplicações e Funcionamento das Línguas Eletrônicas e a Língua Eletrônica Brasileira”<sup>29</sup>, este, por sua vez, pertencendo à ciência dos periódicos, ao círculo esotérico (FLECK, 2010).

A notícia do site IT inicia apresentando logo após o título uma imagem que representaria o dispositivo da “língua eletrônica”, acompanhada de uma legenda, reproduzida na Figura 21.

---

<sup>25</sup> [http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia\\_31102006.html](http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia_31102006.html)

<sup>26</sup> <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=lingua-eletronica-brasileira-mais-sensivel-humanos#.VdZ-cflVjTo>

<sup>27</sup> <http://chc.cienciahoje.uol.com.br/lingua-eletronica/>

<sup>28</sup> [http://www.cienciahoje.org.br/revista/materia/id/799/n/gostinho\\_de\\_futuro](http://www.cienciahoje.org.br/revista/materia/id/799/n/gostinho_de_futuro)

<sup>29</sup> [http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/bjft/2005/art\\_312a320.pdf](http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/bjft/2005/art_312a320.pdf)

Figura 21 – “Língua eletrônica”



Fonte: Inovação Tecnológica, 2012.

Esta mesma imagem está disponível também na notícia da Embrapa, onde aparece inserida no meio do texto, sem legenda que a acompanhe. Além dessas duas utilizações já listada para essa imagem, ela é ainda utilizada em uma reportagem da revista eletrônica ComCiência, com o título “Nanotecnologia ainda não está no dia a dia das pessoas”<sup>30</sup> (ComCiência, 2002), em uma reportagem do site da Associação Nacional de Inventores (ANI), com o título “Língua Eletrônica”<sup>31</sup> (ANI, 2015), em um texto com título “Sensores gustativos”<sup>32</sup> (FUNDACENTRO<sup>33</sup>, 2015) disponível em seu site e também em uma reportagem do jornal Zero Hora, no caderno Campo e Lavoura, com o título “Seminários reúnem pesquisadores da Embrapa em Porto Alegre”<sup>34</sup> (COPETTI, 2013), estes pertencentes à ciência popular, ao círculo exotérico (FLECK, 2010).

<sup>30</sup> <http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano03.htm>

<sup>31</sup> <http://www.invencoesbrasileiras.com.br/index.php/25-agropecuaria/694-lingua-eletronica>

<sup>32</sup> <http://www.fundacentro.gov.br/nanotecnologia/sensores-gustativos>

<sup>33</sup> Fundação que desenvolve pesquisa em segurança e saúde no trabalho, vinculada ao Ministério do Trabalho e Previdência Social.

<sup>34</sup> <http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/campo-e-lavoura/noticia/2013/09/seminarios-reunem-pesquisadores-da-embrapa-em-porto-alegre-4266715.html>

Podemos perceber uma regularidade (FD) na circulação dessa imagem, de forma que ela acaba representando um ícone quando o assunto é a “língua eletrônica”, ou seja, faz parte da memória desse assunto, e essa memória remete sempre à Embrapa.

Ao analisarmos a legenda apresentada junto a Figura 21 da notícia do site IT, podemos perceber que ela se repete no corpo do texto da mesma notícia, com o acréscimo de algumas informações, resultando em um discurso cujo sentido se repetirá nos 5 materiais analisados conforme podemos observar na Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 – Formulações apresentadas nos materiais

Nº da formulação	Material de análise	Formulação apresentada
1	Notícia do site IT	A língua eletrônica é formada por um conjunto de sensores que tenta mimetizar o funcionamento da língua humana e sua capacidade de identificar os cinco sabores básicos - salgado, doce, azedo, amargo e umami.
2	Reportagem da Embrapa	A Língua Eletrônica é formada por um conjunto específico de plásticos que conduzem eletricidade e que são sensíveis às substâncias responsáveis pelos diferentes tipos de paladar.
3	Matéria revista CHC	A língua eletrônica é formada por eletrodos envolvidos por capas 100 vezes mais finas que um fio de cabelo, que podem conter materiais como metais ou moléculas orgânicas.
4	Matéria revista CH	Composta por um conjunto de eletrodos envoltos em filmes nanoestruturados (até 100 vezes mais finos que um fio de cabelo), a língua eletrônica faz jus à alcunha.
5	Artigo JBFT	O equipamento desenvolvido possui sensores constituídos de microeletrodos de ouro cobertos por plásticos que registram a alteração da condutividade elétrica.

Fonte: Autor

Podemos observar nas cinco formulações apresentadas que elas basicamente vão descrever o que constitui o dispositivo da “língua eletrônica”. Quando comparamos a formulação 1 com a 2 podemos observar que elas “dizem” a mesma coisa, mesmo “dizendo” de forma

diferente, pois na formulação 1 a ideia do “conjunto de sensores” é substituída na 2 por “conjunto específico de plásticos”, assim como o trecho da formulação 1 que cita a “capacidade de identificar os cinco sabores básicos” se equivale ao trecho da 2 que cita “substâncias responsáveis pelos diferentes tipos de paladar”.

Quando comparamos a formulação 3 com a 4 podemos observar que as regularidades nas formações se mantêm nas duas matérias preservando assim o mesmo sentido, apesar de apresentarem algumas palavras diferentes. Quando comparados estas duas formulações com as formulações 1 e 2, o sentido também se mantêm. Por fim, na formulação 5 novamente o sentido é mantido quando comparado com qualquer outra formulação anteriormente apresentada.

Apesar de o sentido ser preservado nas cinco formulações apresentadas, há também deslocamentos que podem ser compreendidos como efeitos metafóricos, o que é particularmente importante neste caso no que diz respeito à circulação dos conhecimentos científicos. Ao tomarmos as formulações apresentadas anteriormente, podemos fazer sequências metafóricas observando a substituição de uma formulação por outra, preservando o sentido: (1) “sensores”; (2) “plásticos que conduzem eletricidade”; (3) “eletrodos envolvidos por capas 100 vezes mais finas que um fio de cabelo”; (4) “eletrodos envoltos em filmes nanoestruturados (até 100 vezes mais finos que um fio de cabelo)”; (5) “sensores constituídos de microeletrodos de ouro cobertos por plásticos que registram a alteração da condutividade elétrica”.

É ainda mais particularmente relevante nesse efeito metafórico o destaque para a formulação 2, onde a mesma inclui a expressão: “plásticos que conduzem eletricidade” (EMBRAPA, 2006b). Esse discurso produz um efeito de sentido divergente com os discursos de alguns dos livros didáticos do PNLD de 2015, estes pertencentes à ciência dos livros didáticos (FLECK, 2010), quanto aos conceitos de condutores e isolantes, como podemos observar na Tabela 7:

Tabela 7 – Discursos apresentados nos livros do PNLD 2015

Coleção	Autor(es)	Discurso
Física	José Roberto Bonjorno, Clinton Marcico Ramos, Eduardo de Pinho Prado e Renato Casemiro	Alguns materiais permitem a transmissão de cargas elétricas e outros não. Os primeiros são chamados <b>condutores</b> elétricos, entre os quais se encontram os metais, o carbono e a água mineral. Os que não transmitem bem a eletricidade, como a borracha, a madeira, a água pura, o vidro, o papel e o plástico, são

		denominados <b>isolantes</b> ou <b>dielétricos</b> .
Física contexto & aplicações	Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga	Ao contrário dos condutores, existem sólidos nos quais os elétrons estão firmemente ligados aos respectivos átomos, isto é, essas substâncias não possuem elétrons livres (ou o número de elétrons livres é relativamente pequeno). Assim, não será possível o deslocamento de carga elétrica através desses objetos, que, portanto, são denominados <b>isolantes elétricos</b> ou <b>dielétricos</b> . A porcelana, a borracha, o vidro, o plástico, o papel, a madeira, etc. são exemplos típicos de substâncias isolantes.
Física: conceitos e contextos: pessoal, social, histórico	Maurício Pietrocola, Alexander Pogibin, Renata de Andrade, Talita Raquel Romero	Costuma-se dividir os materiais em duas categorias abrangentes quanto à facilidade ou à dificuldade de os materiais conduzirem cargas elétricas: <b>condutores</b> e <b>isolantes</b> . Nos materiais condutores, ocorre a livre movimentação das cargas elétricas no seu interior; nos isolantes, essa movimentação é dificultada. Os metais em geral, assim como o corpo humano, compõem a primeira categoria, ou seja, são condutores. Já a borracha, a madeira, o plástico, o vidro e a cerâmica são alguns dos materiais isolantes.

Fonte: Autor

Ao analisarmos os discursos apresentados nos livros didáticos temos evidenciado claramente que os plásticos pertencem à classe dos **isolantes**, e por sua vez não conduzem eletricidade, e isso está em desacordo com o discurso 2 apresentado na reportagem da Embrapa, uma vez que afirma: “plásticos que conduzem eletricidade” (EMBRAPA, 2006b). Essa condição pode levar os alunos a questionarem: “Mas afinal, plástico é condutor ou isolante? Quem está certo, a notícia ou o livro didático?”, instaurando, discursivamente o equívoco da palavra “plástico”.

Quando se aprofunda na compreensão dos fenômenos de condutividade elétrica, pode-se perceber que esta está fortemente associada ao tipo de material utilizado, que não está inserido apenas nas classes apresentadas no livro didático de física como isolantes ou condutoras, tipicamente clássicas. Existem sim muitas outras classes, como por exemplo, os semicondutores, que até são abordados em livros

didáticos de nível médio, mas também a classe dos polímeros condutores, que se não for bem compreendido, pode dar margem a interpretações errôneas, uma vez que classicamente os polímeros são classificados como isolantes. Mas o que tornam os polímeros, classicamente isolantes, em condutores? O que torna isso possível é justamente um processo de dopagem na sua constituição, dando origem ao que denominam-se polímeros conjugados, como destacado por Medeiros et al.:

“O conceito de dopagem é o tema único, central, destacável e unificante que distingue os polímeros condutores de todos os outros tipos de polímeros. Durante o processo de dopagem um polímero orgânico conjugado, isolante ou semicondutor, contendo uma pequena condutividade, tipicamente na faixa de  $10^{-10}$  a  $10^{-5}$  S/cm, é convertido num condutor “metálico” com condutividade entre  $1-10^4$  S/cm. A adição controlada de uma quantidade conhecida, normalmente baixa ( $\leq 10\%$ ) e não estequiométrica de dopante resulta numa mudança dramática nas propriedades eletrônica, elétrica, magnética e óptica do material polimérico.” (MEDEIROS et. al., 2012, p.66)

Apesar da notícia da Embrapa não deixar claro o “tipo” de plástico utilizado na “língua eletrônica”, quando nos preocupamos com a formação discursiva que leva ao discurso produzido compreendemos a diferença entre o discurso da notícia e dos livros didáticos quanto à condição de isolante ou condutor do plástico, ou seja, é preciso olhar para além do que apenas está dito no texto, é preciso olhar para a memória discursiva, o que significa em outro tempo e lugar, olhar para o não dito, para assim estabelecer uma compreensão discursiva do conhecimento que circula nesses textos.

Levantar a discussão quanto à condução elétrica em polímeros conjugados permite olhar para conhecimentos de física moderna e contemporânea, como a teoria de bandas estudada na teoria quântica de sólidos, pertencente à Física da Matéria Condensada, tipicamente inexistentes na maioria dos LDs, que segundo Paiva (2009), além de impactar áreas como a nanociência e a nanotecnologia,

“é a área de maior impacto sobre a sociedade, contribuindo para o avanço do conhecimento



científico (inclusive em outras áreas do conhecimento) e impulsionando o desenvolvimento tecnológico” (PAIVA, 2009, p. 9).

Ao se estudar a teoria de bandas, compreendemos que

“O comportamento elétrico de um dado material é consequência direta de sua estrutura de bandas. Se a banda de valência estiver parcialmente preenchida, como no caso dos metais, estados vazios existem infinitesimalmente próximos ao nível de energia de Fermi e os elétrons podem realizar condução. Se a banda de valência estiver totalmente preenchida e houver uma banda de energia proibida entre ela (BV) e a banda de condução, uma energia relativamente alta é necessária para promover os elétrons para esta última banda. Bandas completamente preenchidas são típicas de materiais semicondutores e isolantes. No caso dos semicondutores, a energia de separação entre bandas é moderada, enquanto que nos isolantes é muito grande. Em ambos os casos, a promoção de portadores da BV para a BC é fortemente dependente da temperatura. No entanto, a energia de separação entre bandas no material isolante é muito superior ao efeito do aumento da temperatura, de modo que a promoção de elétrons para a banda de condução não é possível.” (MEDEIROS et al, 2012, p. 64)

Poderíamos dizer que estão em jogo dois estilos de pensamento da Física, um relacionado à abordagem clássica da condutividade e outro relacionado com a abordagem quântica, que dá suporte teórico à teoria de bandas.

Palavras como “nanestruturado”, “nanoestrutura” são de grande circulação e funcionam discursivamente como adjetivos que qualificam o dispositivo como fruto de um “avanço tecnológico”, uma novidade, uma “inovação”, termos bastante presentes no discursos que associam tecnologia, ciência e mercado. No entanto, esse efeito apaga uma ideia fundamental do funcionamento do dispositivo que depende da compreensão da escala nanométrica e dos efeitos e consequências e mudanças do comportamento físico quando se trabalha nesta escala,

como apresentado no item 1.2. Com filmes ultrafinos e nanoestruturado pode-se ter muito menos material e aumentar muito mais a detecção de mudanças pequenas na condutividade dos filmes em função dos líquidos em que estão imersos, um efeito importante para o desempenho da língua eletrônica.

Outra imagem disponível na notícia da Embrapa não apresenta relação direta com a “língua eletrônica”, mas está na notícia uma vez que representa o resultado das pesquisas em filmes ultrafinos comestíveis, cujo princípio de funcionamento também se baseia na nanotecnologia. Novamente, esta imagem não traz consigo nenhuma legenda que a identifique, como pode ser observado na Figura 22.

Figura 22 – Maçã mergulhada em filme comestível



Fonte: Embrapa, 2006.

Já na notícia do site IT outra imagem é apresentada associada à “língua eletrônica”, como podemos observar na Figura 23 a seguir, também acompanhada de uma legenda, como é característico dessa publicação. Esta mesma imagem da Figura 23 é utilizada também em um artigo do site BIOMEDICINA BRASIL, com o título “Nanotecnologia”<sup>35</sup>. Nela é apresentada apenas a legenda: “Língua

<sup>35</sup> <http://www.biomedicinabrasil.com/2010/10/nanotecnologia.html>

eletrônica (EMBRAPA). Fonte: [www.cnpdia.embrapa.br](http://www.cnpdia.embrapa.br)” (BIOMEDICINA BRASIL, 2015).

Figura 23 – “Língua Eletrônica”



Fonte: Inovação Tecnológica, 2012

Vale ressaltar que se repararmos bem nas imagens apresentadas até agora para a “língua eletrônica” teremos a impressão que o dispositivo consiste apenas desse objeto que foi visto nas imagens observadas até então, porém, tanto na matéria da CHC como no artigo do BJFT, é mostrada uma imagem onde aparecem outros equipamentos que constituem o conjunto da “língua eletrônica”, como podemos observar na Figura 24 e Figura 25. Ambas as figuras vem acompanhadas de legendas, como é característico em todas as imagens, tanto dessas publicações como nas da CH e IT, formando assim uma regularidade, de modo que a figura na matéria da CHC aparece no meio da reportagem, e a figura do artigo do BJFT aparece depois da metade do artigo, quando é destacada a “língua eletrônica” brasileira.

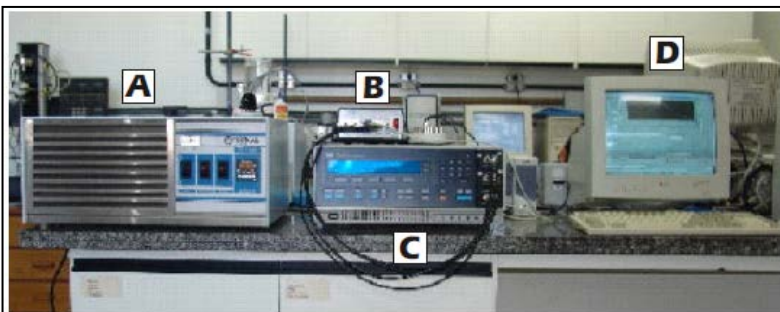
Figura 24 – “Língua eletrônica”



A tecnologia desta língua eletrônica foi totalmente desenvolvida no Brasil e seus inventores estão aperfeiçoando o aparelho para que ele possa ser comercializado. Embora existam outras línguas eletrônicas no mundo, a brasileira promete ser produzida com custo mais baixo – o que tornaria mais fácil popularizá-la (Foto: Embrapa / Instrumentação)

Fonte: CHC, 2013.

Figura 25 – “Língua eletrônica” desenvolvida pela Embrapa



Legenda:

A - Banho termostático;

B - Multiplex: Interface de medida do Solartron com os sensores;

C - Solartron: Medir capacitância com variação de frequência e medir resistência e impedância;

D - Computador Comum.

Fonte: ASSIS, 2012.

Esse tipo de imagem mostrando o equipamento completo também pode ser observada na reportagem “Degustação virtual”<sup>36</sup> (PESQUISA FAPESP, 2002), da Revista Pesquisa Fapesp, número 73 de março de 2002, bem como no Comunicado Técnico 54, de setembro de 2003, da Embrapa sobre o “Software para Automação de Língua Eletrônica em Análise de Líquidos”<sup>37</sup> (EMBRAPA, 2003, p.1), ambas pertencentes à ciência dos periódicos, ao círculo esotérico.

Ao tomarmos a matéria da Revista CH, temos logo após o título uma imagem colorida que remete à ideia de associação da “língua eletrônica” com a língua humana, assim como a primeira imagem da matéria da Revista CHC também traz a imagem de uma língua humana, como podemos observar na Figura 26 e Figura 27, respectivamente, associando-as com a “língua eletrônica”, e em ambas as imagens essa ideia é reforçada pelas legendas que acompanham as imagens.

Figura 26 – Língua humana associada à “língua eletrônica”



Fonte: GARCIA, 2014.

<sup>36</sup> <http://revistapesquisa.fapesp.br/2002/03/01/de gustacao-virtual/>

<sup>37</sup> [http://www.cnpdia.embrapa.br/publicacoes/CT54\\_2003.pdf](http://www.cnpdia.embrapa.br/publicacoes/CT54_2003.pdf)

Figura 27 – Língua humana associada à “língua eletrônica”



Fonte: CHC, 2013.

Ao tomarmos a legenda da Figura 26 sobre o órgão eletrônico observamos que nela consta:

“Baseado na sensibilidade das papilas gustativas da nossa língua, o órgão eletrônico é composto por eletrodos revestidos por filmes ultrafinos que captam sinais elétricos para poder identificar as amostras em análise” (CH, 2014).

Tal informação nos remete a mesma formação discursiva utilizada na legenda da Figura 21, analisada anteriormente, de modo que ao lermos essa legenda, mobilizamos a memória discursiva que já fora empregada em outros textos, reforçando cada vez mais a associação de algumas ideias, como por exemplo, eletrodos revestidos por filmes ultrafinos com conjunto de sensores, “língua eletrônica” baseada na língua humana, o funcionamento baseado em sinais elétricos.

Outra regularidade (FD) que acontece ao longo dos cinco textos analisados é a exaltação positiva da “língua eletrônica”, enaltecendo a eficiência tecnológica da “inovação”, características das adaptações produzidas pela divulgação científica de modo geral, como já observou Fahnestock (2005), cujo “objetivo principal é celebrar, e não validar” (p. 80), reproduzindo o efeito de enunciados de vendas de produtos, enunciados comerciais, como podemos perceber na Tabela 8 a seguir:

Tabela 8 – Discursos exaltando de forma positiva a “língua eletrônica”

Nº do discurso	Material de análise	Discurso apresentado
1	Notícia do site IT	Com a língua eletrônica, os resultados podem ser muito mais rápidos, menos subjetivos, e mais viáveis financeiramente.
2	Reportagem da Embrapa	O sensor permite com rapidez, precisão, simplicidade e a um custo baixo, verificar a qualidade da água, se existem contaminantes, pesticidas, substâncias húmicas e metais pesados.
3	Matéria revista CHC	Longe de provar só coisas gostosas, o equipamento pode ser usado para provar substâncias que ninguém gostaria de experimentar, como água contaminada.
4	Matéria revista CH	O sensor permitirá ainda testes rápidos para evitar a ingestão de produtos perigosos por pacientes com alguma intolerância alimentar mais aguda. ... a língua já se mostrou capaz de diferenciar, com precisão, infecções de doença de Chagas e de leishmaniose.
5	Artigo JBFT	Em comparação aos métodos convencionais de análise, os resultados obtidos com o sensor gustativo são mais econômicos, precisos e rápidos. Além destas vantagens, o instrumento evita a exposição dos seres humanos às substâncias tóxicas ou de sabor desagradável e não perde a sensibilidade, como acontece ao homem quando exposto a determinada substância por um longo período.

Fonte: Autor

Essa visão predominante dos benefícios e vantagens, comum nos materiais que constituem o *corpus* principal, e bastante típica dos discursos associados a inovações tecnológicas, já foi anteriormente apontada, no item 1.7, como sendo uma das características da divulgação científica sobre nanotecnologia (AMORIM, 2008; GONÇALVES, 2008; INVERNIZZI, 2008; KÖRBES, 2013; KÖRBES; INVERNIZZI, 2014).

No artigo da revista BJFT outros discursos já apontados anteriormente aparecem, como o discurso que minimiza o impacto social da tecnologia:

“Hoje, os testes para avaliação do sabor de bebidas são feitos por degustadores. Com a Língua Eletrônica é possível fazer testes contínuos na linha de produção em tempo real e em segundos. O equipamento é uma ferramenta para auxiliar o degustador, permitindo medidas contínuas e de maior precisão.” (DYMINSKI et al., 2005, p. 315)

Logo em seguida à formulação anteriormente apresentada, a revista BJFT apresenta outra formulação associada ao discurso da competitividade da indústria nacional, em consonância com o objetivo do Programa de Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia que fazia parte do PPA 2004-2007, como já apresentado no item 1.4, de modo que parece ser uma justificativa para o desenvolvimento, e consequentemente, o investimento na pesquisa da “língua eletrônica”, e consequentemente na pesquisa em nanotecnologias:

“A avaliação e o monitoramento da qualidade de alimentos e bebidas, tanto no processo de produção quanto durante o seu armazenamento é de extrema importância para aumentar a competitividade no mercado. Quando se pensa no mercado internacional, as exigências por qualidade são ainda maiores.” (DYMINSKI et al., 2005, p.315)

Outra característica presente no discurso do artigo da revista BJFT é a marca do provisório, característico nos discursos da ciência dos periódicos (Fleck, 2010), como podemos observar na formulação abaixo:



“os resultados **parciais** obtidos até o momento com filmes LB de polianilina e polipirrol **são animadores**, pois não existem dificuldades **aparentes** na detecção e diferenciação dos cinco tipos de gostos reconhecidos pelo sistema biológico humano.” (DYMINSKI et al., 2005, p.318, grifo nosso)

Podemos observar que as regularidades nos discursos apresentadas nos materiais que constituem o *corpus* principal da análise encontram-se em acordo com os discursos apresentados nos materiais de divulgação científica sobre nanotecnologia, como apontado em diversas pesquisas, analisadas no item 1.7.

Destacamos aqui que esses textos que constituem o *corpus* principal da análise, pertencentes a um mesmo estilo de pensamento, de que o desenvolvimento científico deve ser transferido às empresas fortalecendo assim a economia do país, compartilhado por diferentes coletivos de pensamento ligados às áreas científicas e tecnológicas, não são peças isoladas, além de terem relações entre si, têm relações com um funcionamento discursivo mais amplo já apontado por outras pesquisas. Notamos também pontos nessas textualizações que podem ancorar ou desencadear aprofundamentos em conhecimentos físicos quando inseridos esses textos num contexto apropriado de ensino de física.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As formas como os conhecimentos científico-tecnológicos foram textualizados nos diferentes materiais escolhidos indicam certa regularidade nos discursos, ou seja, fazem parte de uma mesma formação discursiva, pertencem a um mesmo coletivo de pensamento, e por sua vez, trafegam/circulam com uma linguagem característica. Nesse sentido, essa regularidade nos discursos tem relação com o fato de que os materiais analisados no *corpus* principal fazem parte de um mesmo estilo de pensamento, o de que o desenvolvimento científico deve ser transferido às empresas fortalecendo assim a economia do país, compartilhado pelo coletivo de pensamento dos pesquisadores das áreas científicas e tecnológicas. Esse estilo de pensamento está presente nos discursos das políticas públicas no setor das nanotecnologias no país, e consequentemente, sobre o financiamento das pesquisas, tanto que o estilo de pensamento relacionado com as implicações sociais e os impactos ambientais das nanotecnologias, compartilhado pelo coletivo de pensamento formado por cientistas das áreas humanas e ambientais, acaba de certa forma sendo silenciado, omitido, na divulgação científica sobre nanotecnologias, nos textos analisados, além de não encontrar apoio no financiamento de pesquisas nessas áreas.

Além das regularidades observadas, alguns discursos possibilitariam trabalhar deslocamentos de sentidos no âmbito da compreensão de alguns conceitos físicos, como o caso dos polímeros condutores, quando comparados com os discursos apresentados em alguns livros didáticos do PNLD, como apontado no capítulo 4. Tal diferença de sentidos pode servir como ponto de partida para um trabalho sobre o conceito de condutividade, uma porta para a introdução da física moderna e contemporânea, não se restringindo apenas ao livro didático, que apresenta em geral apenas uma abordagem clássica do conceito, e com isso aproximando os conceitos científicos da área de formação do técnico em agropecuária por meio de textos que circulem nesse espaço de formação. Textos como “Polímeros Condutores” (FAEZ et al., 2000) e “Ligação Química: Abordagem Clássica ou Quântica?” (TOMA, 1997), da revista Química Nova na Escola, poderiam contribuir para trabalhar essa diferença de sentidos em sala de aula ou subsidiar a mediação do professor.

O ensino de física moderna e contemporânea por meio do tema nanociência e nanotecnologias tem sido alvo de pesquisas, como a de Leonel e Souza (2009) que analisam a viabilidade do tema Nanociência e Nanotecnologia para o ensino de Física Moderna e Contemporânea no

Ensino Médio na perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica; a de Leonel e Lamy-Peronnet (2013) que a partir da perspectiva teórica da Alfabetização Científica e Técnica propuseram um instrumento didático a partir da adaptação de um jogo sobre o tema nanociência e nanotecnologia, contribuindo com o debate sobre a abordagem de tópicos de ciência contemporânea em sala de aula e auxiliando os estudantes na tomada de decisão esclarecida ao longo de um processo formativo/informativo; a de Ellwanger, Mota e Fagan (2014) que relatam a experiência sobre a organização e implementação de um Módulo Didático sobre nanociência e nanotecnologias em turmas de terceiro ano do ensino médio utilizando-se, entre outros, de textos de divulgação científica sobre o assunto; a de Ribeiro, Bezerra Jr. e Alves (2015) que abordou a elaboração de uma unidade didática sobre a produção, caracterização e aplicação de nanopartículas, no contexto de inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio destacando a natureza interdisciplinar da nanociência e nanotecnologias; a de Rebello et al. (2012) que utilizando-se da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente explorou o tema nanociência e nanotecnologia em uma turma de 1º ano do ensino médio através do desenvolvimento de um experimento que envolveu a preparação de nanopartículas magnéticas a partir de reação química e a elaboração de um vídeo didático sobre o tema; a de Lima e Almeida (2012) que trabalhou a Física Moderna e Contemporânea por meio do tema nanociência e nanotecnologias com um grupo de estudantes de uma disciplina de Licenciatura em Física utilizando-se de um conjunto de textos selecionados, privilegiando aqueles em linguagens alternativas ao uso quase exclusivo da linguagem matemática, cujos autores possuíam formação em variadas áreas do conhecimento, como: física, jornalismo, educação, engenharia, química, biomedicina, sociologia e filosofia. Neste último trabalho, o conjunto de textos selecionados incluiu diferentes aspectos de interesse para a formação do professor, como por exemplo: o valor da divulgação científica para o uso didático; aspectos históricos e visão política de financiamentos para as pesquisas e o desenvolvimento científico e tecnológico; aplicações de produtos da nanotecnologia; compreensão de funcionamento de microscópios utilizados nas pesquisas em escala nanométrica; preocupações com os possíveis perigos advindos do uso de produtos com nanotecnologias e as questões de natureza ética relativas ao desenvolvimento de pesquisas, entre outros. Essa diversidade de textos buscou contribuir para o fortalecimento de conhecimentos relacionados ao tema, capacitando os futuros professores para

“trabalhar com seus futuros alunos numa perspectiva multidisciplinar que permita formar cidadãos que tenham condições de refletir sobre as novas tecnologias e, principalmente, de compreender e de assumir posições favoráveis ou contrárias às inovações delas decorrentes.” (LIMA; ALMEIDA, 2012, p. 8)

Nota-se que grande parte das proposições para o ensino sobre nanotecnologias inclui textos alternativos ao Livro Didático e, principalmente, os de divulgação científica. Assim, este trabalho pode contribuir para sinalizar a importância de uma leitura de textos que os considere partes de um contexto mais amplo de circulação e dando visibilidade a elementos que possam tornar os próprios textos objetos de discussão e não apenas seus “conteúdos” e informações. Nossa pesquisa vem contribuir também no sentido de pensar este ensino por meio de textos que possibilitem a integração entre os conhecimentos de física e os conhecimentos da área de formação do técnico em agropecuária, ou seja, considerando o contexto de formação dos alunos como aspectos importantes na seleção e mediação dos textos. No entanto, embora os textos possibilitem essa integração, se utilizados em sala de aula, eles não são suficientes para abordagem da física.

Além da regularidade nos discursos verbais, pudemos observar também a regularidade estabelecida nas imagens que remetem à “língua eletrônica”, destacando apenas a parte do equipamento onde ficam os sensores que serão imersos nos líquidos a serem analisados, formando assim a ideia de um ícone representativo para a “língua eletrônica”, e criando assim a ideia de um equipamento compacto, quando na verdade o conjunto completo de equipamentos é significativamente maior, como pode ser observado em outras imagens apresentadas. Algumas imagens, como a língua de uma criança no texto da revista Ciência Hoje das Crianças, podem permitir explorar analogias e efeitos metafóricos como componentes dos textos e do conhecimento que circula sobre a língua eletrônica.

Tendo como base as pesquisas sobre a divulgação científica das nanotecnologias (KÖRBES, 2013; KÖRBES; INVERNIZZI, 2014; AMORIM, 2008; INVERNIZZI, 2008; GONÇALVES, 2008) percebemos também nos materiais textuais que constituem o *corpus* principal dessa pesquisa essa visão predominante dos benefícios e vantagens, como por exemplo: “Com a língua eletrônica, os resultados

podem ser muito mais rápidos, menos subjetivos, e mais viáveis financeiramente” (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2012); ou ainda: “Longe de provar só coisas gostosas, o equipamento pode ser usado para provar substâncias que ninguém gostaria de experimentar, como água contaminada” (REVISTA CHC, 2013).

As análises realizadas possibilitaram também compreender que a construção e a circulação do conhecimento constituem uma ação histórico-social, envolvendo políticas públicas, financiamento de pesquisas, diferentes estilos e coletivos de pensamento, publicação científica e divulgação científica, onde a linguagem funciona como uma ferramenta de controle e poder.

Ao se realizar uma análise dos materiais textuais, como a que realizamos nesta pesquisa, podemos encontrar subsídios para a promoção de um ensino de física integrado ao contexto da agropecuária, através da percepção da circulação de conhecimentos científicos e do discurso utilizado nesse processo de circulação, pois assim, além de ler a informação que o material textual traz, e que para isso não haveria necessidade de se fazer o tipo de análise que realizamos, podemos ler/compreender o contexto da produção desse material, para quem e por quem foi produzido, o que foi dito e o que foi omitido, que outra forma poderia se dizer o dito que não aquela que foi apresentada. Poder desenvolver esse tipo de percepção durante a formação do futuro técnico em agropecuária, é de grande importância, pois uma vez formado, e atuando no mercado de trabalho, ele terá como principal fonte de formação/informação justamente esses tipos de materiais textuais de circulação mais ampla na sociedade.

Identificamos através das análises realizadas, que nos materiais textuais escolhidos para o *corpus* principal desta pesquisa que circulam de forma mais ampla na sociedade, bem como aquele cuja circulação mais típica correspondente ao círculo esotérico, ocorre a circulação de conhecimentos científicos no âmbito da física clássica, como por exemplo, condutividade elétrica, impedância, corrente elétrica, campo elétrico, integrados no contexto da agropecuária, quando tomado como tema central a “língua eletrônica”, dentro do contexto mais amplo das nanotecnologias.

Além desses conhecimentos científicos explícitos nos materiais textuais, outros conhecimentos, implícitos, também fazem parte dessa circulação, como os conhecimentos de física quântica relacionados à teoria de bandas, capazes de explicar o fato de polímeros tornarem-se condutores, bem como a influência da escala em que esses filmes são produzidos, pois nessa escala nanométrica, a redução do tamanho das

partículas e o considerável aumento da área superficial permite que os filmes nanoestruturados sofram pequenas variações na sua condutividade elétrica em função do material que está sendo analisado, na qual os filmes estão imersos, estabelecendo assim uma sensibilidade muito maior que os sensores comuns.

No sentido de se aprofundar nesses conhecimentos implícitos nos materiais textuais analisados, outros materiais, que fizeram parte da análise do contexto geral das nanotecnologias, como por exemplo, artigos da Revista Eletrônica de Materiais e Processos sobre o uso de polímeros condutores em sensores (MEDEIROS et al, 2012a; MEDEIROS et al, 2012b), podem contribuir na compreensão dos fenômenos físicos na escala nanométrica, porém, são necessárias outras pesquisas para aprofundar a proposta de como esses textos, pertencentes ao círculo esotérico, poderiam ser trabalhados ou subsidiar mediações adequadas em sala de aula por parte do professor.

A compreensão da ordem de grandeza na escala nanométrica já requer um exercício que foge da compreensão intuitiva relacionada com a percepção de mundo dos estudantes, e os adventos tecnológicos que permitem a “visualização e manipulação” na ordem de grandeza nanométrica, como o microscópio eletrônico de varredura e transmissão, microscópio de força atômica e microscópio de varredura por tunelamento, poderiam servir de ponto de partida para compreensão de fenômenos relacionados com a física moderna e contemporânea, como por exemplo, o efeito túnel ou de tunelamento, que consiste em “um processo puramente quântico no qual elétrons atravessam uma barreira de potencial mesmo quando possuem valores de energia inferiores a energia da barreira” (SILVA; PASA; PASA, 2011, p. 60).

Esta pesquisa traz indicativos de possibilidades de ensino de física integrado ao contexto da agropecuária, fornecendo subsídios para o trabalho com textos, em que os próprios textos podem se tornar objetos de estudo na sua relação com o contexto de produção dos conhecimento científico-tecnológicos, e para a mediação da leitura em sala de aula, contudo não se encerra em si, uma vez que os conhecimentos técnico-científicos do funcionamento da “língua eletrônica”, incluindo os de física moderna e contemporânea encontram-se em materiais mais técnicos, que para serem trabalhados diretamente em sala de aula teriam que passar por um processo de didatização, necessitando assim futuras pesquisas acerca desse tema. Embora os textos analisados, possam ter um papel importante nessa integração, se sua leitura for mediada considerando-os como peças dentro de um contexto mais amplo, eles não são suficientes para tratar conhecimentos

físicos no ensino médio. Vimos que há materiais que podem subsidiar também esse trabalho, e penso que esta talvez seja outra contribuição desta pesquisa. As análises aqui realizadas, no entanto, apontaram possíveis caminhos a serem aprofundados e possibilidades de conhecimentos físicos que poderiam ser trabalhados dentro desta perspectiva de integração centrada nos discursos que remetem ao funcionamento de um dispositivo tecnológico, a língua eletrônica, produzido no próprio país, integrando assim, conhecimentos físicos ao contexto de produção e circulação social dos discursos científico-tecnológicos e colocando em primeiro plano os textos que os fazem circular e valorizando a produção de leituras em sala de aula, já que, “pretendendo-se ensinar leitura, sua aprendizagem deve fazer funcionar a inscrição do sujeito nas redes de significantes” (ORLANDI, 2005, p.61), e isso poderá ser feito, supomos, trabalhando não com os textos propriamente ditos, mas com as textualizações das temáticas objetos de estudo.



## REFERÊNCIAS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Cartilha sobre Nanotecnologia**. Brasília, DF: ABDI-MDIC, 2010a. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Estudo/Cartilha%20nanotecnologia.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. **Panorama Nanotecnologia**. Série Cadernos da Indústria ABDI Volume XIX. Brasília, DF: ABDI-MDIC, 2010b. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Estudo/Panorama%20de%20Nanotecnologia.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. **Nanotecnologias**: subsídios para a problemática dos riscos e regulação. Brasília, DF: ABDI-MDIC, 2011. Disponível em: <[http://www.abdi.com.br/Estudo/Relat%C3%B3rio%20Nano-Riscos\\_FINALreduzido.pdf](http://www.abdi.com.br/Estudo/Relat%C3%B3rio%20Nano-Riscos_FINALreduzido.pdf)>. Acesso em: 04 jul. 2016.

\_\_\_\_\_. **Sobre a ABDI**: Apresentação. Brasília, DF: ABDI-MDIC, 2016. Disponível em: <[http://www.abdi.com.br/Paginas/sobre\\_abdi.aspx](http://www.abdi.com.br/Paginas/sobre_abdi.aspx)>. Acesso em: 02 ago. 2016.

ALFONSO, Alexys Bruno. Situação atual da divulgação e do treinamento em nanociência e nanotecnologia no Brasil. **Mundo Nano**. Red NANODYF-CYTE, v. 4, n. 2, 2011. Disponível em: <<http://revistas.unam.mx/index.php/nano/article/view/44966/40524>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

ALMEIDA, Maria J. P. M.; SORPRESO, Thirza P.. Memória e Formação Discursivas na Interpretação de Textos por Estudantes de Licenciatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.10, n.1, fev. 2011. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/12/11>>. Acesso em: 02 ago. 2013.

ALVETTI, Marco Antônio Simas. **Ensino de física moderna e contemporânea e a Revista Ciência Hoje**. 169 f.. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Ciências da Educação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em:

<[http://www.casadaciencia.ufrj.br/Publicacoes/Dissertacoes/Alveti\\_tese.PDF](http://www.casadaciencia.ufrj.br/Publicacoes/Dissertacoes/Alveti_tese.PDF)>. Acesso em: 08 ago. 2016.

AMORIM, Tade-Ane de. Nanotecnologia na imprensa: análise de conteúdo do jornal Folha de São Paulo. **Em Tese**. Revista eletrônica dos pós-graduandos em Sociologia Política da UFSC, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 20-36, jan. 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/1806-5023.2008v4n2p20/12347>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

ANI – Associação Nacional de Inventores. **Língua Eletrônica**. 2015. Disponível em: <<http://www.invencoesbrasileiras.com.br/index.php/25-agropecuaria/694-lingua-eletronica>>. Acesso em: 01 nov. 2015.

ASSIS, Letícia Marques et al. Revisão: Características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 15, n. 2, p. 99-109, 2012. Disponível em: <<http://www.repositorio.furg.br/handle/1/4565>>. Acesso em: 18 mai. 2016.

ASSIS, Odilio B.G. A asa da borboleta e a nanotecnologia: cor estrutural. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 2301, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/352301.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

ASSIS, Alice; CARVALHO, Fernando Luis de Campos. A postura do professor em atividades envolvendo a leitura de textos paradidáticos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 3, 2008. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/45/38>>. Acesso em: 01 ago. 2016.

ASSIS, Alice; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. Algumas reflexões sobre a utilização de textos alternativos em aulas de física. In: **IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC**. Atas do IV ENPEC. Bauru, SP, 2003. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL029.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Dinâmica discursiva e o ensino de física: análise de um episódio de ensino envolvendo o uso de um texto alternativo. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2009. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/129/179>>. Acesso em: 01 ago. 2016.

BARROS, João H. A.. Conhecimento e Discurso: reflexões sobre articulações entre a epistemologia de Fleck e a Análise de Discurso em Educação Científica e Tecnológica e no Ensino de Ciências. In: **VIII ENPEC**, 2011, Florianópolis, SC. Disponível em: <<https://goo.gl/Rkp9t2>>. Acesso em: 03 ago. 2013.

BATISTA, Ariane de Jesus Sousa; PEPE, Vera Lúcia Edais. Os desafios da nanotecnologia para a vigilância sanitária de medicamentos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 7, p. 2105-2114, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v19n7/1413-8123-csc-19-07-02105.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

BATISTA, Rodrigo Siqueira et al. Nanociência e Nanotecnologia como temáticas para discussão de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, p. 479-490, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v16n2/v16n2a14>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

BERGMANN, Bartira Rossi. A nanotecnologia: da saúde para além do determinismo tecnológico. **Ciência e Cultura**, v. 60, n. 2, p. 54-57, 2008. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v60n2/a24v60n2.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

BIOMEDICINA BRASIL. **Nanotecnologia**. 2015. Disponível em: <<http://www.biomedicinabrasil.com/2010/10/nanotecnologia.html>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

BJFT – Brazilian Journal of Food Techonology. **Política Editorial**. 2015. Disponível em: <[http://bjft.ital.sp.gov.br/politica\\_editorial.php](http://bjft.ital.sp.gov.br/politica_editorial.php)>. Acesso em: 05 nov. 2015.

BONELLI, Regis ; PESSÔA, Elisa de Paula. **O papel do estado na pesquisa agrícola no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 1998. 40p. (Texto

para Discussão, N° 576). Disponível em:

<[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2422/1/td\\_0576.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2422/1/td_0576.pdf)>.

Acesso em: 12 ago. 2016.

BORELLI, Elizabeth. Nanotecnologia: inovação e sustentabilidade. In: **IV SINGEP**, 2015, São Paulo, SP. Disponível em:

<<http://www.singep.org.br/4singep/resultado/264.pdf>>. Acesso em: 15

ago. 2016.

BRANDÃO, Humberto de M. et. al. Nanotecnologia: a próxima revolução na agropecuária. **Revista CFMV**, Brasília, ano XVII, n. 53, p.61-67, 2011. Disponível em:

<[https://issuu.com/cfmvrevista/docs/cfmv\\_53\\_web](https://issuu.com/cfmvrevista/docs/cfmv_53_web)>. Acesso em: 15

mar. 2016.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia**. Brasília: MCT, 2003. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0002/2361.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0002/2361.pdf)>. Acesso em: 06 ago. 2013.

\_\_\_\_\_. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Portaria nº 641, de 01 de dezembro de 2004**. Institui a Rede BrasilNano, como um dos elementos do Programa Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia, no âmbito da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior. Diário Oficial da União; Poder Executivo, 2004.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrada ao Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2007. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/documento\\_base.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/documento_base.pdf)>. Acesso em: 02 ago. 2013.

\_\_\_\_\_. **Resolução CNE/CEB nº 6**, de 20 de setembro de 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20set. 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Centenário da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica**. Brasília: MEC, s.d.. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/centenario/historico\\_educacao\\_profissional.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/centenario/historico_educacao_profissional.pdf)>. Acesso em: 04 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **SisNaNO**. Brasília: MCTI, 2016. Disponível em: <<http://www.mcti.gov.br/sisnano>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

CADIOLI, Luiz Paulo; SALLA, Luzia Dizulina. Nanotecnologia: um estudo sobre seu histórico, definição e principais aplicações desta inovadora tecnologia. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 98-105, 2006. Disponível em: <<http://www.pgsskroton.com.br/seer/index.php/rcext/article/view/2403/2306>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Qualis**. 2016. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/acessoainformacao/perguntas-frequentes/avaliacao-da-pos-graduacao/7422-qualis>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

CAPOZZOLI, Ulisses. A ciência do pequeno em busca da maioridade. **Scientific American Brasil**, ed. 1, p. 34-37, 2002. Disponível em: <[http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/a\\_ciencia\\_do\\_pequeno\\_em\\_busca\\_da\\_maioridade\\_imprimir.html](http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/a_ciencia_do_pequeno_em_busca_da_maioridade_imprimir.html)>. Acesso em: 25 jul. 2016.

CARNIEL, Beatriz de Faria. **Avaliação de impactos ambientais e sociais do uso da nanotecnologia na agricultura**: uma proposta metodológica. 2013. 232 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Biotecnologia/Avaliação de Impactos de Nanotecnologias) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/99917/1/2013TS08.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2016.

CARUSO, Francisco; FREITAS, Nilton de. Física Moderna no Ensino Médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 355-366, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2009v26n2p355/12752>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

CBPF – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. **Nanociência e Nanotecnologia**: Modelando o futuro átomo por átomo. Rio de Janeiro, RJ: CBPF-MCT, 200-. Disponível em: <<http://www.cbpf.br/nano/FolderNano.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2013.

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Convergência Tecnológica**. Brasília, 2008.

\_\_\_\_\_. **Estatuto Social**. Brasília, 2013. Disponível em:  
<<http://goo.gl/XrA9pp>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

CH – Ciência Hoje. **Sobre a Ciência Hoje**. 2015. Disponível em:  
<<http://cienciahoje.uol.com.br/instituto-ch/publicacoes/revistas/>>.  
Acesso em 05/11/2015.

CHC – Ciência Hoje das Crianças. **Língua Eletrônica**. 2013.  
Disponível em: <<http://chc.cienciahoje.uol.com.br/lingua-eletronica/>>.  
Acesso em 21/10/2015.

\_\_\_\_\_. **Sobre a CHC**. 2015. Disponível em:  
<<http://chc.cienciahoje.uol.com.br/sobre-a-chc/>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

COMCIÊNCIA. **Nanotecnologia ainda não está no dia a dia das pessoas**. 2002. Disponível em:  
<<http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano03.htm>>.  
Acesso em: 01 nov. 2015.

COPETTI, Thiago. **Seminários reúnem pesquisadores da Embrapa em Porto Alegre**. Zero Hora: ZH Campo e Lavoura, Porto Alegre, 13 set. 2013. Disponível em: <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/campo-e-lavoura/noticia/2013/09/seminarios-reunem-pesquisadores-da-embrapa-em-porto-alegre-4266715.html>>. Acesso em: 02 nov. 2015.

COSTA, Antonio R. F.; SOUSA, Cidoval M.; MAZOCCO, Fabrício J.. Modelos de comunicação pública da ciência: agenda para um debate teórico-prático. **Conexão - Comunicação e Cultura**, Caxias do Sul, v. 9, n. 18, p. 149-158, jul/dez. 2010. Disponível em:  
<<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/conexao/article/view/624/463>>.  
Acesso em: 05 ago. 2016.

CRESTANA, Silvio; FRAGALLE, Edilson P. A trilha da quinta potência: um primeiro ensaio sobre a ciência e inovação, agricultura e instrumentação agropecuária brasileiras. **Revista Eixo**, v. 1, n. 1, p. 7-19, 2012. Disponível em:

<<http://revistaeixo.ifb.edu.br/index.php/RevistaEixo/article/view/8/24>>. Acesso em: 08 mar. 2013.

CRISTANTE, Luciana. O real tamanho do mundo nano.

**UNESPCIÊNCIA**, ano 2, n. 22, p. 20-27, 2011. Disponível em:

<[http://www.unesp.br/aci\\_ses/revista\\_unespciencia/acervo/22/nanotecnologia-tamanho-real](http://www.unesp.br/aci_ses/revista_unespciencia/acervo/22/nanotecnologia-tamanho-real)>. Acesso em: 10 ago. 2013.

DYMINSKI, Danielle Sell et al. Revisão: Aplicações e Funcionamentos das Línguas Eletrônicas e a Língua Eletrônica Brasileira. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 4, p. 312-320, 2005. Disponível em: <[http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/bjft/2005/art\\_312a320.pdf](http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/bjft/2005/art_312a320.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2015.

ELLWANGER, Anderson Luiz; MOTA, Ronaldo; FAGAN, Solange Binotto. Abordagem de Nanociência no Ensino Médio. **VIDYA**, v. 34, n. 1, p. 13, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.unifra.br/index.php/VIDYA/article/view/19/207>>. Acesso em 10 jul. 2016.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

**Comunicado Técnico 54**: Software para Automação de Língua Eletrônica em Análise de Líquidos. São Carlos: Embrapa, 2003. 3 p. Disponível em:

<[http://www.cnpdia.embrapa.br/publicacoes/CT54\\_2003.pdf](http://www.cnpdia.embrapa.br/publicacoes/CT54_2003.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. **Agronegócio ganha Laboratório de Nanotecnologia de R\$ 4 milhões**. 2006a. Disponível em:

<[http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia\\_13042006\\_1.html](http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia_13042006_1.html)>. Acesso em 22 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. **Embrapa monta cadeia produtiva do café para mostrar a aplicação da Língua Eletrônica na Nanotec 2006**. 2006b. Disponível em: <[http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia\\_31102006.html](http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia_31102006.html)>. Acesso em: 12 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. **Embrapa Instrumentação inaugura laboratório de nanotecnologia para o agronegócio**. 2009. Disponível em:

<[http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia\\_25052009.html](http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia_25052009.html)>. Acesso em: 24 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. **Nanotecnologia:** obter o máximo, do mínimo. São Carlos: Embrapa, 2012. 12p. Disponível em: <<http://goo.gl/bN8Ldc>>. Acesso em: 02 ago. 2013.

\_\_\_\_\_. **Laboratório de Nanotecnologia é ampliado e se torna referência nacional no país.** 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1493318/laboratorio-de-nanotecnologia-e-ampliado-e-se-torna-referencia-nacional-no-pais>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. **Quem somos.** 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/quem-somos>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

\_\_\_\_\_. **Nanotecnologia, o poder do quase-invisível.** Sistema Embrapa de Gestão: Macroprograma 1. Brasília, s.d.. Disponível em: <<https://goo.gl/zEVvQP>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

ENGENHARIA EM NANOTECNOLOGIA – PUC-RIO. **Engenharia em Nanotecnologia Programa.** PUC-RIO, Rio de Janeiro, s/d. Disponível em: <[http://nanotech.ica.ele.puc-rio.br/engnano\\_prog.asp](http://nanotech.ica.ele.puc-rio.br/engnano_prog.asp)>. Acesso em: 22 mar. 2016.

FAEZ, Roselena et al. Polímeros condutores. **Química Nova na Escola**, v. 11, n. 1, p. 13-18, 2000. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a03.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2016.

FAHNESTOCK, Jeanne. Adaptação da ciência: a vida retórica de fatos científicos. In: MASSARANI, L., TURNEY, J.; MOREIRA, I. C. (Orgs.). **Terra incógnita:** a interface entre ciência e público. Rio de Janeiro: Vieira & Lent: UFRJ, Casa da Ciência: FIOCRUZ, 2005, p. 77-98.

FARIA, Edinete Maria de et al. Nanotecnologia e meio ambiente: uma análise sobre os riscos e benefícios dessa tecnologia em um contexto atual. **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 9, n. 1, p. 18-26, 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/anImZO>>. Acesso em: 04 jul. 2016.

FEIDEN, Alberto. Agroecologia: introdução e conceitos. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (Orgs.). **Agroecologia:** princípios e técnicas para



uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p.49-70. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/AgrobCap2ID-upGSXszUrp.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2016.

FERNANDES, Maria Fernanda Marques; FILGUEIRAS, Carlos A. L.. Um panorama da nanotecnologia no Brasil (e seus macro-desafios). **Química Nova**, São Paulo, v.31, n.8, p.2205-2213, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n8/50.pdf>>. Acesso em 01 ago. 2016.

FERREIRA, Mariana Toledo. Gênese e desenvolvimento de um fato científico. **Plural Revista de Ciências Sociais**. São Paulo, v.19, n.2, p. 165-169, 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/plural/article/view/74443/78064>>. Acesso em: 02 jul. 2013.

FERREIRA, Hadma Sousa; RANGEL, Maria do Carmo. Nanotecnologia: aspectos gerais e potencial de aplicação em catálise. **Química Nova**, v. 32, n. 7, p. 1860-1870, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n7/33.pdf>>. Acesso em 03 jul. 2016.

FEYNMAN, Richard P. There's plenty of room at the bottom: an invitation to enter a new field of physics. **Engineering and Science**, v. 23, n. 5, p. 22-36, 1960. Disponível em: <<http://calteches.library.caltech.edu/47/2/1960Bottom.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2014.

FISCHER, Rosa Maria Bueno. Foucault e a análise do discurso em educação. **Cadernos de Pesquisa**. Fundação Carlos Chagas. Editora Autores Associados. n.114, p.197-223, nov. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/n114/a09n114.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2013.

FLECK, Ludwick. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010. 244p.

FORNASIER, Mateus de Oliveira; ROGERIO, Marcele Scapin. Inovação nanotecnológica: criação, transformação e possíveis efeitos sobre o meio ambiente e o ser humano. **Liinc em Revista**, v. 11, n. 2, 2015. Disponível em:

<<http://liinc.revista.ibict.br/index.php/liinc/article/view/794/551>>.  
Acesso em: 04 jul. 2016.

FUNDACENTRO. **Sensores Gustativos**. 2015. Disponível em:  
<<http://www.fundacentro.gov.br/nanotecnologia/sensores-gustativos>>.  
Acesso em: 01 nov. 2015.

FURLANETTO, Fernanda de Paiva Badiz. Nanotecnologia no setor agropecuário. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, v. 8, n. 69, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/ZLr34I>>. Acesso em: 08 mar. 2013.

GARCIA, Marcelo. **Gostinho de futuro**. Ciência Hoje, 2014. Disponível em:  
<[http://www.cienciahoje.org.br/revista/materia/id/799/n/gostinho\\_de\\_futuro](http://www.cienciahoje.org.br/revista/materia/id/799/n/gostinho_de_futuro)>. Acesso em 20/10/2015.

GARVIL, Mariana Pacifico; ARANTES, Delaine Euripedes; GOUVEIA, Cimara Araújo. Nanotecnologia em cosméticos e dermocosméticos. **e-RAC**, v. 3, n. 1, 2013. Disponível em:  
<<http://www.computacao.unitri.edu.br/erac/index.php/e-rac/article/view/156/218>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

GOMES, Emerson Ferreira; OLIVEIRA, Gabriel Silva de. A Representação da Energia Nuclear nas Histórias em Quadrinhos e o Potencial em Divulgação Científica. **Revista Interdisciplinar de Tecnologias e Educação**, v. 1, p. 13-19, 2015. Disponível em:  
<<http://sinte.btv.ifsp.edu.br/index.php/SInTE/article/view/0001-0003/3>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

GOMES, João Carlos Costa. Bases epistemológicas da agroecologia. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (Orgs.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p.71-100. Disponível em:  
<<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/AgrobCap3ID-mACnHGwS4B.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2016.

GOMES, Rafaela Cardoso et al. Aplicações da nanotecnologia na indústria de alimentos. Uma Revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2015. Disponível em:  
<<http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/230/1295>>. Acesso em: 04 jul. 2016.

GONÇALVES, Elizabeth Moraes. Divulgação científica da pesquisa brasileira: um diagnóstico da revista Scientific American Brasil.

**Contemporanea-Revista de Comunicação e Cultura**, v. 6, n. 1, p. 1 - 30, jun. 2008. Disponível em:

<<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/contemporaneaposcom/article/view/3516/2570>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

GREGOLIN, Maria do Rosário F. V. Formação discursiva, redes de memória e trajetórias sociais de sentidos: mídia e produção de identidades.

In: **II Seminário de Estudos de Análise do Discurso**, Porto Alegre, 2005. Disponível em:

<<http://www.discursividade.cepad.net.br/EDICOES/02/arquivos2/Maria%20do%20Rosario%20Gregolin.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2013.

\_\_\_\_\_. Análise do discurso e mídia: a reprodução de identidades.

**Comunicação, Mídia e Consumo/Escola Superior de Propaganda e Marketing**. v.4, n.11, São Paulo:ESPM, 2007. Disponível em:

<<http://www.revistas.univerciencia.org/index.php/comunicacaomidiaeconsumo/article/viewFile/6865/6201>>. Acesso em: 01 ago. 2013.

GRUPO ETC. **Nanotecnologia**: os riscos da tecnologia do futuro: saiba sobre produtos invisíveis que já estão no nosso dia-a-dia e o seu impacto na alimentação e na agricultura. Porto Alegre: L&PM, 2005. 200p.

GUIMARÃES, Roberli Ribeiro; MESQUITA, Helena Angélica de.

AGROECOLOGIA X AGRONEGÓCIO: crises e convivências. **Espaço em Revista**, v. 12, n. 2, 2010. Disponível em:

<<https://www.revistas.ufg.br/espaco/article/view/16966/10275>>. Acesso em: 07 set. 2016.

HORNES, Andréia; SANTOS, Sandro Aparecido dos. A leitura científica como recurso didático para a aprendizagem significativa no estudo da física. **Revista Polyphonia**, v. 26, n. 2, p. 115-127, 2015.

Disponível em:

<<https://www.revistas.ufg.br/sv/article/view/38305/19409>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Grafeno**: até os defeitos são belos e funcionais. Inovação Tecnológica. 2011. Disponível em:

<<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=de-feitos-grafeno#.VwaW4fkrLIU>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

\_\_\_\_\_. **Língua eletrônica brasileira já é a mais falada no mundo.**

2012. Disponível em:

<<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=lingua-eletronica-brasileira-mais-sensivel-humanos#.VdZ-cfIVjTo>>.

Acesso em 21/10/2015

\_\_\_\_\_. **Termos de Serviço.** 2014. Disponível em:

<<http://www.inovacaotecnologica.com.br/termos.php>>. Acesso em: 29 mar. 2014.

INVERNIZZI, Noela. Visões de cientistas brasileiros sobre nanociências e nanotecnologias. **Estudos de Sociologia**, Recife, v.13, n.2, p.67-82, 2007. Disponível em:

<<http://www.revista.ufpe.br/revsocio/index.php/revista/article/view/197>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

\_\_\_\_\_. Visões de futuro: nanociência e nanotecnologia no Jornal da Ciência. In: **VII Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y Tecnología**: Rio de Janeiro, 2008. Disponível em:

<<http://www.necso.ufrj.br/esocite2008/resumos/35807.htm>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

INVERNIZZI, Noela; FOLADORI, Guillermo. As nanotecnologias como solução da pobreza? **Inclusão Social**, Brasília, v.1, n.2, p.66-72, abr./set. 2006. Disponível em:

<<http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/1519/1721>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

INVERNIZZI, Noela; KÖRBES, Cleci; FUCK, Marcos P.. Política de Nanotecnología en Brasil: a 10 años de las primeras redes. In: FOLADORI, G.; INVERNIZZI, N.; ZÁYAGO, E. Z.; (Coords.)

**Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina**. Mexico, DF: M.A. Porrúa, 2012, p. 55-84. Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/publication/220032343\\_Politica\\_de\\_nanotecnologia\\_en\\_Brasil\\_a\\_10\\_anos\\_de\\_las\\_primeras\\_redes](https://www.researchgate.net/publication/220032343_Politica_de_nanotecnologia_en_Brasil_a_10_anos_de_las_primeras_redes)>. Acesso em: 02 jul. 2016.

JACOBI, Marly Maldaner. **O admirável mundo nano**: Nanociência e Nanotecnologia. 2014. Disponível em: <<http://www.sltcaucho.org/nanociencia-e-nanotecnologia-marly-jacobi/>>. Acesso em 18 fev. 2014.

JESUS, Eli Lino de. Diferentes abordagens de agricultura não-convencional: história e filosofia. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (Orgs.). **Agroecologia**: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p.21-48. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/AgrobCap1ID-Sim092KU5R.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2016.

JOAQUIN, Christian; PLÉVERT, Laurence. **Nanociências**: a revolução do invisível. Rio de Janeiro: Zahar, 2009. 163p.

KÖRBES, Clecí. **Educação não-formal em mídias**: divulgação científica sobre nanotecnologia. Tese (Doutorado em Tecnologia). Curitiba, PR: UFPR, 2013.

KÖRBES, Clecí; INVERNIZZI, Noela. Nanotecnologia em mídias: utopias e distopias. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 10, n. 19, 2014. Disponível em: <<https://portaldeinformacao.utfpr.edu.br/Record/peri-article-2652>>. Acesso em: 03 jul. 2016.

LACOMBE, Michel. **Nanotecnologia aplicada ao agronegócio é tema de palestra**. Cultivar, Pelotas, 17 abr. 2009. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/noticias/nanotecnologia-aplicada-ao-agronegocio-e-tema-de-palestra>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

LAURETH, Waleska Camargo; INVERNIZZI, Noela. Educando a força de trabalho em nanotecnologia no Brasil: demandas da indústria e oferta das universidades. **Revista Acta Scientiarum - Human and Social Sciences**, Maringá, v.34, n.2, p.205-216, fev. 2013. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHumanSocSci/article/view/18781/pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

LEONEL, André Ary; LAMY-PERONNET, Rafaela Samagaia. Nanociência e Nanotecnologia: Do debate público à sala de aula. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. Águas de Lindóia, 2013.

LEONEL, André Ary; SOUZA, Carlos Alberto. Nanociência e Nanotecnologia para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea na perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências**. Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1574.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2013.

LIMA, Maria Consuelo A.; ALMEIDA, Maria José P. M. Articulação de textos sobre nanociência e nanotecnologia para a formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.34, n. 4, p. 4401-4409, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n4/a19v34n4.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2016.

LORENZETTI, Leonir; MUENCHEN, Cristiane; SLONGO, Iône Inês Pinsson. A contribuição epistemológica de Ludwik Fleck na produção acadêmica em educação em ciências. In: **Anais VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011, Campinas. Anais... Campinas: Abrapec, 2011. p.1-13. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1141-1.pdf>>. Acesso em 03 jul. 2013.

MACEDO, Cristina Cândida de; SILVA, Luciano Fernandes. Os processos de contextualização e a formação inicial de professores de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 55-75, 2014. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID355/v19\\_n1\\_a2014.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID355/v19_n1_a2014.pdf)>. Acesso em: 02 jul. 2016.

MACHADO, Lucília Regina de Souza. Ensino Médio e Técnico com Currículos Integrados: propostas de ação didática para uma relação não fantasiosa. In: **Ensino Médio Integrado à Educação Profissional – Boletim 07**, MEC, Brasília, p.51-67, mai.-jun. 2006. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf2/boletim\\_salto07.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf2/boletim_salto07.pdf)>. Acesso em: 04 ago. 2013.

MARCONE, Glauciene Paula de Souza. Nanotecnologia e nanociência: aspectos gerais, aplicações e perspectivas no contexto do Brasil. **Revista**

**Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 2, p. 1-26, 2015. Disponível em:  
<<http://revistascientificas.ifrj.edu.br:8080/revista/index.php/revistapct/article/view/588/377>>. Acesso em: 14 ago. 2016.

MARTINS, Manuel A.; TRINDADE, Tito. Os nanomateriais e a descoberta de novos mundos na bancada do químico. **Química Nova**, v. 35, n. 7, p. 1434-1446, 2012. Disponível em:  
<[http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol35No7\\_1434\\_25-RV11788.pdf](http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol35No7_1434_25-RV11788.pdf)>. Acesso em: 01 jul. 2016.

MARTINS, Paulo R. et al. **Revolução Invisível**: desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil. São Paulo: Xamã, 2007. 103p.

\_\_\_\_\_. Nanotecnologia e meio ambiente para uma sociedade sustentável. **Estudios sociales (Hermosillo, Son.)**, v. 17, n. 34, p. 293-311, 2009. Disponível em:  
<<http://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v17n34/v17n34a12.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2016.

MARTINS, Paulo Roberto; FERNANDES, Maria Fernanda Marques. Nanotecnologia do Avesso: uma experiência de engajamento público em ciência e tecnologia. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade**, São Carlos, v. 2, n. 1, p. 109-119, jan./jun. 2011. Disponível em:  
<<http://www.revistabrasileiradects.ufscar.br/index.php/cts/article/viewFile/127/53>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

MATTOS, Luciano et al. **Marco referencial em Agroecologia**. Brasília: EMBRAPA, 2006. Disponível em:  
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66727/1/Marco-referencial.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2016.

MATTOSO, Luiz H. C.; MEDEIROS, Eliton S.; NETO, Ladislau Martin. A revolução nanotecnológica e o potencial para o agronegócio. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.14, n.4, p.38-46, 2005. Disponível em:  
<<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/551/500>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. **O Programa do PPA 2004-2007**. Brasília: MCT, 2005. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/27136/O\\_Programa\\_do\\_PPA\\_2004\\_2007.html](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/27136/O_Programa_do_PPA_2004_2007.html)>. Acesso em: 01 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. **Relatório Nanotecnologia**: Investimentos, Resultados e Demandas. Brasília: Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação – SETEC e Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologias – CGNT. 2006. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0008/8075.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0008/8075.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. **Plano de Ação 2007-2010**. Brasília: MCT, [200-]. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0021/21439.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0021/21439.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. **Iniciativas do MCT em Nanotecnologia**. Brasília: Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação – SETEC e Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologias – CGNT. 2007. Disponível em: <<http://www.abihpec.org.br/conteudo/MCT.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2003.

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Embrapa instrumentação dedica uma semana à nanotecnologia**. Brasília: MCTI, 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/PiL3fL>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Fórum de Competitividade de Nanotecnologia**. Brasília: MDIC, 2016. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=3&menu=2469>>. Acesso em 15 ago. 2016.

MEDEIROS, Eliton Souto et al. Uso de Polímeros Consutores em Sensores. Parte 1: Introdução aos Polímeros Condutores. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.7. n.2, p. 62-77, 2012a. Disponível em: <<http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/viewFile/310/250>>. Acesso em 15 ago. 2013.



\_\_\_\_\_. Uso de Polímeros Consutores em Sensores. Parte 2: Aplicações em Sensores. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.7. n.3, p. 144-158, 2012b. Disponível em: <<http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/viewFile/318/260>>. Acesso em 15 ago. 2013.

MELZER, Ehrick Eduardo Martins. Reflexões em Ludwik Fleck: A aplicabilidade de seus conceitos no ensino de ciências. In: **Anais X Congresso Nacional de Educação**, 2011, Curitiba. Anais... Curitiba: PUC Paraná, 2011, p. 6776 - 6788. Disponível em: <[http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/5345\\_3250.pdf](http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/5345_3250.pdf)>. Acesso em: 02 jul. 2013.

NASCIMENTO, Jose Heriberto Oliveira et al. A Nanotecnologia Aplicada ao Produto de Moda: Criatividade e Multifuncionalidade. **2º CONTEXMOD**, v. 1, n. 2, p. 17, 2014. Disponível em: <<http://contextmod.net.br/index.php/segundo/article/view/189/81>>. Acesso em: 29 abr. 2015.

NETO, Jonathan Thomas de Jesus. **Imagens, conhecimento físico e ensino de partículas elementares**: discursos na formação inicial de professores de física. 164 f.. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/136488/337056.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

OLIVEIRA, Bernardo Jefferson de. Os circuitos de Fleck e a questão da popularização da ciência. In: CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão (Org.). **Ludwik Fleck: Estilos de pensamento na ciência**. Belo Horizonte: Fino Traço. 2012. p.121-144

ORLANDI, Eni Puccinelli. **Análise de discurso**: princípios e procedimentos. 11 ed. Campinas, SP: Pontes Editores, 2013. 100p.

PAIVA, Thereza C. de L. **Estado Sólido**. 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/~tclp/estadosolido/1a-aula.pdf>>. Acesso em 23 ago. 2016.

PEN – The Project on Emerging Nanotechnologies. **Analysis**. 2016. Disponível em: <<http://www.nanotechproject.org/cpi/about/analysis/>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

PESQUISA FAPESP. **Degustação virtual**. São Paulo: FAPESP, n. 73, 2002. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2002/03/01/de gustacao-virtual/>>. Acesso em: 25 ago. 2013.

PIASSI, Luís Paulo; PIETROCOLA, Maurício. Quem conta um conto aumenta um ponto também em física: Contos de ficção científica na sala de aula. São Luiz, **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2007. Disponível em: <[http://www.ciencia.mao.usp.br/dados/ale/\\_2007quem.arquivo.pdf](http://www.ciencia.mao.usp.br/dados/ale/_2007quem.arquivo.pdf)>. Acesso em: 01 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de encontrar erros em filmes. **Educação e Pesquisa**, v. 35, p. 525-540, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v35n3/08.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

PISCOPO, Marcos Roberto et al. O setor brasileiro de nanotecnologia: Oportunidades e desafios. **Revista de Negócios**, v. 19, n. 4, p. 43-63, 2015. Disponível em: <<http://gorila.furb.br/ojs/index.php/rn/article/view/4119/2864>>. Acesso em 15 ago. 2016.

PITADELA. **Agroecologia X Agronegócio**. Pitadela Blog, 2016. Disponível em: <<http://pitadela.com.br/blog/agroecologia-x-agronegocio/>>. Acesso em: 07 set. 2016.

PLENTZ, Flávio; FAZZIO, Adalberto. Considerações sobre o programa brasileiro de nanotecnologia. **Ciência e Cultura**, v. 65, n. 3, p. 23-27, 2013. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v65n3/a10v65n3.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

PUERTA, Adriana Aparecida. **Pesquisa em nanotecnologia para o agronegócio**: indicadores bibliométricos de produção científica entre 2001 e 2010. 2012. 156 f.. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) - Centro de Educação e Ciências Humanas,

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012. Disponível em: <[http://www.bdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=5184](http://www.bdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=5184)>. Acesso em: 20 mar. 2014.

QUINA, Frank H. Nanotecnologia e o meio ambiente: perspectivas e riscos. **Química Nova**, v. 27, n. 6, p. 1028-1029, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n6/22297.pdf>>. Acesso em: 04 jul. 2016.

RAMOS, Marise. **Concepção do ensino médio integrado**. Secretaria de Educação do Paraná, 26 p., mai. 2008. Disponível em: <[http://www.iiep.org.br/curriculo\\_integrado.pdf](http://www.iiep.org.br/curriculo_integrado.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2013.

RAMOS, Betina Giehl Zanetti; PASA, Tânia Beatriz Creczynski. O desenvolvimento da nanotecnologia: cenário mundial e nacional de investimentos. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 89, n. 2, p. 95-101, 2008. Disponível em: <[http://www.rbfarma.org.br/files/pag\\_95a101\\_desenv\\_nanotecnologia.pdf](http://www.rbfarma.org.br/files/pag_95a101_desenv_nanotecnologia.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2016.

RANGEL, Rogério. O mundo maravilhoso (e promissor) das partículas anãs. **Revista Inovação em Pauta**, n. 4, 2008. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/images/revista/revista4/index.html>>. Acesso em: 08 mar. 2013.

REBELLO, Gabriel Antonio Fontes et al. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 01, p. 3-9, 2012. Disponível em: <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34\\_1/02-QS-79-10.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/02-QS-79-10.pdf)>. Acesso em: 04 set. 2016.

RESCH, Sibelly; FARINA, Milton Carlos. Mapa do conhecimento em nanotecnologia no setor agroalimentar. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 16, n. 3, p. 51-75, 2015.

RIBAS, Cezar. **Nanotecnologia combate infecções no cérebro**. Hype Science, 2009. Disponível em: <<http://hypescience.com/nanotecnologia-combate-infeccoes-no-cerebro/>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

RIBEIRO, Renata A.; KAWAMURA, Maria Regina D. Divulgação científica para o público infantil: potencialidades da revista Ciência Hoje das Crianças. In: **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Manaus, AM, p. 1-14, 2011. Disponível em: <[http://fep.if.usp.br/~profis/trabalhos/SNEF2011\\_trabalho\\_renata.pdf](http://fep.if.usp.br/~profis/trabalhos/SNEF2011_trabalho_renata.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2016.

RIBEIRO, Thalita Rodrigues; BEZERRA JR, Arandi G.; ALVES, João Amadeus Pereira. Inserção de tópico de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: elaboração de uma unidade didática com foco em nanociência e nanotecnologia. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, 2015. Disponível em: <<http://www.xenpec.com.br/anais2015/resumos/R0097-1.PDF>>. Acesso em: 03 jul. 2016.

ROCHA, Leonardo. **Taça da Roma Antiga feita há 1.600 anos usa princípios de nanotecnologia**. TECMUNDO, São Paulo, 29 ago. 2013. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/nanotecnologia/43871-taca-da-roma-antiga-feita-ha-1-600-anos-usa-principios-de-nanotecnologia.htm>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

SARAIVA, Roberto. **Revolução industrial 3.0**. Super Interessante, São Paulo, 23 mai. 2015. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/ciencia/revolucao-industrial-30>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

SANT'ANNA, Leonardo da Silva, ALENCAR, Maria Simone de Menezes, FERREIRA, Aldo Pacheco. Patenteamento em nanotecnologia no Brasil: desenvolvimento, potencialidades e reflexões para o meio ambiente e a saúde humana. **Química Nova**, v. 36, n. 2, p. 348-353, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v36n2/v36n2a24.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2016.

SAVANACHI, Eduardo. **AGRICULTURA MUITO ALÉM DA VISTA. Dinheiro Rural**. ed.42, abr. 2008. Disponível em: <<http://dinheirorural.com.br/secao/agrotecnologia/agricultura-muito-alem-da-vista>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

SILVA, Álvaro Macedo da. **Nanotecnologia e agronegócio**. 2º Painel – Palestra: 8º Congresso de Agribusiness, Rio de Janeiro, 04-05 dez. 2006.

Disponível em: <<http://www.youblisher.com/p/118662-Anais-do-8-Agribusiness/>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

SILVA, Ana Carolina Costa da. **Nanotecnologia em diagnóstico e terapia no Brasil**. 128 f.. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares – IPEN, São Paulo: IPEN, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-15092015-125401/pt-br.php>>. Acesso em: 13 ago. 2016.

SILVA, Edison Z. da. Nanociência: a próxima grande idéia?. **Revista USP**, n. 76, p. 78-87, 2008. Disponível em: <<http://goo.gl/5glTNy>>. Acesso em: 06 abr. 2016.

SILVA, Francine Barbosa. **Programa de Nanotecnologia - 2012**. Brasília: MCT, 2012. Disponível em: <[http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl\\_1336677327.pdf](http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1336677327.pdf)>. Acesso em: 22 mar. 2014

SILVA, Henrique César da. **Como, quando e o que se lê em aulas de física no ensino médio**: elementos para uma proposta de mudança. 1997. 166 p. Dissertação (Mestrado em Educação). Campinas, SP: Faculdade de Educação – Unicamp, 1997.

\_\_\_\_\_. 2002. **Discursos escolares sobre gravitação newtoniana**: textos e imagens na Física do Ensino Médio. 2002. 234 p. Tese (doutorado em Educação). Campinas, SP: Faculdade de Educação – Unicamp, 2002.

SILVA, Henrique César da; ALMEIDA, Maria José P.M. de. Uma revisão de trabalhos sobre o funcionamento de textos alternativos ao livro didático no ensino de Física. In: **II ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC**, 1999. Atas do II ENPEC. Valinhos, SP, 1999. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/iienpec/Dados/trabalhos/G22.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. O deslocamento de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico pela leitura de textos de divulgação científica em aulas de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 4, n. 3,

p. 1-25, 2005. Disponível em:

<[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART8\\_Vol4\\_N3.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART8_Vol4_N3.pdf)>.

Acesso em: 02 ago. 2016.

SILVA, Henrique César da et al. **Curso de Especialização em Educação na Cultura Digital: Aprendizagem de Física no Ensino Médio e TDIC**. Brasília, DF: MEC, 2014. 26 p.

Disponível em:

<<http://catalogo.educacaonaculturadigital.mec.gov.br/site/hype/medias/24>>. Acesso em: 17 ago. 2016.

SILVA, Marise Borba da. Nanotecnologia: considerações interdisciplinares sobre processos técnicos, sociais, éticos e de investigação. **Impulso**, Piracicaba, v. 14, n. 35, p. 75-93, 2003.

Disponível em: <[goo.gl/lymX3n](http://goo.gl/lymX3n)>. Acesso em: 12 ago. 2016.

SILVA, Renê Chagas da; PASA, André Avelino; PASA, Tânia Beatriz Creczynski. **Tópicos de Física da Matéria Condensada**. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2011. 98 p.

SUCUPIRA, Plataforma. **Periódicos Qualis**. 2016. Disponível em:

<<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

TAVARES, Moacir Gubert. Evolução da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica: As etapas históricas da educação profissional no Brasil. In: **IX SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL**, 2012, Caxias do Sul, RS. Anais... Caxias do Sul: UCS, 2012. p.1-21. Disponível em:

<[http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2012/Estado\\_e\\_Politica\\_Educacional/Trabalho/01\\_08\\_10\\_177-6475-1-PB.pdf](http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2012/Estado_e_Politica_Educacional/Trabalho/01_08_10_177-6475-1-PB.pdf)>. Acesso em 07 ago. 2013.

TOMA, Henrique E. Ligação química: abordagem clássica ou quântica. **Química Nova na Escola**, v. 6, n. 2, p. 8-12, 1997. Disponível em:

<<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc06/conceito.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

\_\_\_\_\_. A nanotecnologia das moléculas. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 3-9, 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a01.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

TOMA, Henrique E.; ARAKI, Koiti. Nanociência e Nanotecnologia: O gigantesco e promissor mundo do muito pequeno. **Ciência Hoje**, v. 37, n. 217, p. 24-31, 2005. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/~tgrappoport/pdf/nano.pdf>>. Acesso em: 31 mai. 2013.

TUBINO, Najar. Agroecologia X Agronegócio: a resistência contra o poder. **Carta Maior**, 2012. Disponível em: <<http://www.cartamaior.com.br/?/Editoria/Meio-Ambiente/Agroecologia-X-Agronegocio-a-resistencia-contr-o-poder%0D%0A/3/25842>>. Acesso em: 07 set. 2016.

WIKIPÉDIA. **Fantastic Voyage (filme)**. 2016. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Fantastic\\_Voyage\\_\(filme\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Fantastic_Voyage_(filme))>. Acesso em 21 abr. 2016.

ZANELA, Ivana et.al. Abordagens em nanociência e nanotecnologia para o ensino médio. In: **Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009, Vitória. Anais... Vitória: SBF, 2009. p.1-9. Disponível em: <[www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0556-1.pdf](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0556-1.pdf)>. Acesso em: 13 mai. 2013.

ZANETIC, João. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13 (suplemento), p. 55-70, outubro 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v13s0/03.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2016.

ZARDO, Josiane; KÖHLER, Graziela de Oliveira. Os potenciais riscos nanotecnológicos e a inexistência de marcos regulatórios específicos. In: **Congresso de Pesquisa e Extensão da Faculdade da Serra Gaúcha**. 2015. p. 355-372. Disponível em: <<http://ojs.fsg.br/index.php/pesquisaextensao/article/view/1584/1406>>. Acesso em: 19 ago. 2016.